

Döbrich, Peter [Hrsg.]

Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999

Frankfurt, Main : GFPF u.a. 2002, X, 57 S. - (Materialien zur Bildungsforschung; 7)



Quellenangabe/ Reference:

Döbrich, Peter [Hrsg.]: Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999. Frankfurt, Main : GFPF u.a. 2002, X, 57 S. - (Materialien zur Bildungsforschung; 7) - URN: urn:nbn:de:0111-opus-31016 - DOI: 10.25656/01:3101

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-31016>

<https://doi.org/10.25656/01:3101>

in Kooperation mit / in cooperation with:



GFPF

Gesellschaft zur Förderung
Pädagogischer Forschung e.V.

<http://www.gfpf.info>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der:


Leibniz-Gemeinschaft

GFPPF



Peter Döbrich (Hrsg.)

Qualitätsentwicklung im
naturwissenschaftlichen Unterricht

Fachtagung am 15. Dezember 1999

Materialien zur Bildungsforschung
Band 7

GFPF

Gesellschaft zur Förderung
Pädagogischer Forschung

DPF

Deutsches Institut für Internationale
Pädagogische Forschung

Peter Döbrich (Hrsg.)

Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Fachtagung am 15. Dezember 1999

Materialien zur Bildungsforschung
Band 7

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht; Fachtagung am 15. Dezember 1999 / GFPP, Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung ; DIPF, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Peter Döbrich (Hrsg.) – Frankfurt am Main : GFPP ; Frankfurt am Main : DIPF, 2002
(Materialien zur Bildungsforschung; Bd. 7)
ISBN 3-923638-25-6**

**Copyright © 2002 by Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung;
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung,
Schloßstraße 29, D-60486 Frankfurt am Main**

**Printed in Germany
ISBN 3-923638-25-6**

Inhalt

Peter Döbrich; Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, Frankfurt am Main: Einleitung Internationale Vergleiche – Rückmeldungen über die Leistungen unserer Schulen	V
Wolfgang Gräber, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel: „Scientific Literacy“ – Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion	1
Hans Joachim Bezler, Studienrat, Heusenstamm: Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen Positionen einer neuen „Aufgabenkultur“ im naturwissenschaftlichen Unterricht	29
Birgitta Krumm, OStD i.R., Frankfurt am Main: Berichte aus den Arbeitskreisen	51

Peter Döbrich

Einleitung

Internationale Vergleiche – Rückmeldungen über die Leistungen unserer Schulen

Seit 1974 hatten internationale Vergleiche von Schulleistungen für lange Zeit nur eine außerordentlich geringe Rolle in der öffentlichen Debatte des deutschen Bildungswesens gespielt. Eine Ursache dafür kann darin liegen, dass im Frühsommer 1974 Professor Schultze, der damals die Durchführung der Vergleichsstudien des International Education Achievement-Programms betreute (kurz: IEA-Studien), mit den Vergleichsdaten aus Hessen und Bayern eine sehr unglücklich laufende Debatte aufgelöst hatte. Es hat den Anschein, als hätten damals die Kultusminister zumindest eine stillschweigende Übereinkunft geschlossen, gern auf solche vergleichenden Leistungsmessungen zwischen den Ländern der Bundesrepublik Deutschland verzichten zu wollen. Außer den großen Studien über die Leistungen des dreigliedrigen Bildungssystems und der Gesamtschulen wurden Vergleiche auf der Basis von Schülerleistungen weiterhin in den Hintergrund gedrängt oder aktiv verhindert. Andere Länder wie z.B. Schweden haben nicht nur weiterhin an den IEA-Studien teilgenommen, sondern sie haben deren Ergebnisse rezipiert und in nationalen Schulentwicklungsprogrammen konsequent umgesetzt. Auf der Basis von konkreten, empirisch nachvollziehbaren Ergebnissen wurde die Steuerung der Schulentwicklung zu einem qualitativ hochwertigen Wechselspiel zwischen zentralen Entwicklungen einerseits und dezentraler Umsetzung andererseits, bei der die Schulen als Handlungseinheiten ein zunehmend höheres Maß an Verantwortung für die Ergebnisse ihrer Arbeit übernehmen konnten. Die Selbstevaluation der erreichten Ergebnisse sowie der Einsatz empirischer und diagnostischer Mittel waren dabei nur konsequente Schlussfolgerungen.

Deutschland hat sich entweder nicht oder nur halbherzig an international vergleichender Feststellung der Schülerleistungen beteiligt. Sowohl die Bundesrepublik als auch die DDR waren Ende der 80er Jahre an der IEA-

VI

Studie zum Leseverständnis beteiligt. Diese 1990 nur in Englisch veröffentlichte Studie blieb aber für die Entwicklung des deutschen Bildungswesens, welches in dieser Zeit zumindest dem Anspruch nach in Nordrhein-Westfalen einer Grundsanierung zugeführt werden sollte (vgl. sog. Kienbaum-Studie), völlig folgenlos.

1989 gibt es auf der Ebene der Europäischen Union ein Papier zum Thema „Inhaltliche Minimalstandards, die jeder Schüler und jede Schülerin erreichen können muss“, dieses war durchaus im Sinne eines Rechtsanspruches auf Bildung gemeint. Die Initiative wurde sehr stark von der Thatcher-Administration unterstützt, die mit dem "National Curriculum für England und Wales" 1988 eine grundlegende Reform eingeleitet hatte, weil die Erreichung der Ziele dieses nationalen Curriculums durch alle Schülerinnen und Schüler auch in landesweiten, zentralen Prüfungen festgestellt werden sollte. Strukturell hatten England und Wales damit Systemelemente übernommen, die bisher hauptsächlich aus Frankreich und anderen "affinen" Bildungssystemen bekannt waren. Zu diesem Zeitpunkt stieß die EU-Initiative für inhaltliche Mindeststandards bei den deutschen Bildungsministern und ihren Kollegen jedoch auf einhellige Ablehnung, vor allen Dingen auch deshalb, weil mit der (französischen) EU-Kommissarin Cresson eine schlichte Dominanz des französischen Systems befürchtet wurde, welche schließlich in einer zentralen EU-Superbehörde enden könnte, um die Leistungen von Millionen Schülerinnen und Schülern zu überwachen.

Als Ergebnis können wir heute feststellen, dass der relativ unverbindliche Charakter des § 126 des Europäischen Einigungsvertrages von Maastricht wohl auch auf dem Hintergrund dieser Debatte über inhaltliche Minimalstandards, die alle Jugendlichen in der Schule erreichen sollen, gesehen werden muss. In jedem Fall haben sich die deutschen Kultusminister mit ihrer Einstellung zu dem Vertrag von Maastricht de facto dafür entschieden, in der Europäischen Union zunächst keine inhaltlich nachvollziehbaren Standards für alle Jugendlichen zu formulieren. Für Rückmeldungen über die Leistungen des Bildungssystems schied die Europäische Union also weiterhin aus, auch wenn die gegenseitige Information z.B. durch den konsequenten Ausbau des "Eurydice"-Informationssystems fortlaufend verbessert wurde. "Eurydice" beruht aber in der Regel auf der Selbstdarstellung der beteiligten Länder und nicht auf unabhängiger empirischer Prüfung.

Interessanterweise ist es aber die Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die mit den „Indikatoren für die Qualität von Bildungssystemen“ („Bildung auf einen Blick“) die vergleichbare Darstellung weiterverfolgt, einschließlich Themen wie „Lehrerarbeitsbedingungen“, „Besoldung von Lehrkräften“ oder „Drop out-Quoten im Bildungssystem“ und Ähnlichem. Dabei geht die OECD davon aus, dass diese Indikatoren – bildungsökonomisch ausgedrückt – etwas über die Leistungsfähigkeit der Bildungssysteme bei der Reproduktion von Humankapital aussagen. Deutlicher formuliert: Die Indikatoren sagen etwas aus über aktuelle Investitionen in Bildung und zu erwartende Qualitätsprofile bei künftigen Arbeitnehmer. Von daher sind gute Kennziffern im internationalen OECD-Vergleich eventuell sogar wichtig, wenn es um die Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft im globalen Wettbewerb geht.

Dieses ist der ernst zu nehmende Hintergrund für den sog. TIMSS-Schock, der im Spätherbst des Jahres 1997 in Deutschland herrschte und über dessen Folgen wir auch in dieser Fachtagung sprechen wollen. Denn mit den Definitionen von "Science Literacy", die der TIMS-Studie zugrunde liegen, wollen wir uns heute näher befassen.

Es gehört nicht sehr viel Fantasie dazu sich auszumalen, was geschehen wird, wenn die Ergebnisse der nächsten Vergleiche von Schülerleistungen veröffentlicht werden. Zumindest haben die Kultusminister der Länder im November 1997 beschlossen, sich nicht nur an dem bis 2006 reichenden „Programme for International Student Achievement or Assessment“ (PISA) zu beteiligen, sondern die internationalen Vergleiche noch durch nationale Vergleiche (sog. 2. PISA-Testtag) zu ergänzen. Damit sind Tabus der Vergangenheit, nämlich keine Leistungsvergleiche zwischen den Bundesländern zu erstellen, endgültig gebrochen worden. Deutschland muss allerdings damit rechnen, dass die nächsten Ergebnisse auf der Basis der PISA-Tests im Jahre 2000 (Schwerpunkt "Lesefertigkeiten") nicht viel besser ausfallen, als die TIMSS-Ergebnisse von 1997.

PISA – dieses Kürzel steht für ein Gesamtprogramm, welches zunächst an drei festgelegten Punkten 2000, 2003 und 2006 feststellt, welche Leistungen von Schülerinnen und Schülern erreicht werden. Es erscheint nicht besonders realistisch, dass danach diese Form der internationalen Vergleiche wieder ausgesetzt wird – dagegen spricht schon ihre lange Tradition – auch wenn Deutschland sich lange nicht daran beteiligt hatte. Im Frühjahr 2000 wird die Hauptkomponente „Lesen“ gemessen, aber auch

VIII

die Komponente „Mathematik und Naturwissenschaften“ sowie "fächerübergreifende Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern". Das Gleiche geht im Jahre 2003 mit Mathematik als Hauptkomponente weiter, und es wird dann im Jahre 2006 hauptsächlich um Naturwissenschaften als Hauptkomponente gehen. Jeweils ca. 18 Monate nach dem Testzeitpunkt werden dann die Ergebnisse veröffentlicht. Neben diesen international vereinbarten Komponenten sollen in Deutschland auch noch "Deutsch – schriftlich" und "Englisch" in die Leistungsvergleiche einbezogen werden, wegen dieser inhaltlichen Ergänzungen haben wir die Bezeichnung "PISA +" gewählt.

Auf der Ebene der wirtschaftlich stärksten Nationen auf diesem Globus gibt es also einen Beschluss, ständig herausfinden zu wollen, wie gut die Leistungsfähigkeit von Schülerinnen und Schülern im Alter von 15 Jahren ist und dieses auch dauernd herauszufinden, um letztendlich festzustellen, welche Verbesserungen in den Bildungssystemen festzustellen sind. Wir müssen damit leben, dass es entgegen den Voraussetzungen von 1974 oder 1989 in der EU jetzt selbstverständlich eine Teilnahme am globalen Vergleich von Bildungssystemen um die Erreichung der besten Leistungen auf der Ebene von Minimalstandards gibt. Dieser internationale Vergleich wird in Deutschland ergänzt durch den Vergleich zwischen den Bundesländern und inhaltlich ergänzt im Sinne von PISA+.

Für Hessen bedeuten diese Vergleiche, dass sich etwas mehr als 100 Sekundarschulen (von ca. 600) an der gezogenen Stichprobe beteiligen werden, wobei es zunächst einmal darauf ankommen wird, auch die erforderlichen Beteiligungsquoten zu erreichen. Es ist bisher unklar, in welcher Weise die teilnehmenden Schulen eine Rückmeldung über die erreichten "PISA-Leistungen" bekommen, sicher ist jedoch, dass nicht alle Schulen in Hessen solche Rückmeldungen auf der Basis von international vereinbarten Qualitätsstufen der Schülerleistungen erhalten können. Es wird also notwendig, landesweite Rückmeldungssysteme über die erreichten Leistungen der Schülerinnen und Schüler aufzubauen, damit alle Schulen empirisch gesicherte Ergebnisse für ihre weitere Entwicklung nutzen können. Die Qualitätsstandards dieser Rückmeldungen dürfen dann über die international vereinbarten hinaus gehen, sie dürfen jedoch nicht dahinter zurück bleiben, weil sonst das hessische Bildungswesen keine Chance hat, ein Anwachsen der Leistungen seiner Schülerinnen und Schüler zu erreichen und in (inter-)nationalen Vergleichsstudien zu belegen.

Es geht jetzt also um einen umfassenden systemischen Veränderungsprozess im Sinne einer kontinuierlichen Entwicklung des gesamten Bildungssystems; man könnte auch sagen: Es geht um die Qualität und die Geschwindigkeit des institutionellen Lernprozesses im gesamten Bildungswesen. Im Sinne unserer Rahmenpläne kann in den Abschlüssen dabei von den Schülerinnen und Schülern mehr verlangt werden, als sich in den PISA-Standards ausdrücken lässt. Es kann aber nicht länger sein, dass solche internationalen Standards auf Dauer unterschritten werden. Dazu müssen wir auch über die Grenzen der „Schule als Handlungseinheit“ hinaus gehen und die Kohärenz im gesamten System verbessern, wobei der eigentliche Verantwortungsbereich immer die einzelne Schule – schon nach dem Verursachungsprinzip – bleibt. Aber sie braucht auch Rückmeldungen über die erreichten Leistungen und die Qualität ihres Ausbildungsprozesses, um eine faire Chance für Verbesserungen zu haben. In Schottland werden unter dem Titel „Wie gut ist unsere Schule?“ meistens drei einfache Fragen gestellt. „Wo stehen wir?“ „Woher wissen wir das?“ und „Wie gehen wir nun vor?“

In Hessen sind die Voraussetzungen für die bewusste Gestaltung eines solchen institutionellen Lernprozesses besonders günstig, weil alle Schulen gehalten sind, bis zum 31.7. 2002 ein Schulprogramm zu entwickeln und in diesem Schulprogramm festzulegen, wie die Ergebnisse überprüft werden sollen. Durch Selbstevaluation soll regelmäßig überprüft werden: „Wie gut ist unsere Schule?“ Bei den laufenden Aufgaben, die bereits durch ein hohes Maß an Belastungen gekennzeichnet sind, wird es aber darum gehen, in einem Anforderungsquadrat, dessen Ecken markiert sind durch PISA+, landesweit vergleichbare Abschlüsse, Schulprogramm und Evaluation, ein stabiles Gleichgewicht zu schaffen. Wir versuchen dieses in dem Projekt „Schulentwicklung, Qualitätssicherung und Lehrerarbeit“, für das ich hier im DIPF stehe, durch die gemeinsame Entwicklung von Qualitätsindikatoren zu erreichen. Diese Instrumente sollen gemeinsam mit Schulen entwickelt und erprobt werden, damit sie dann allen Schulen zur Verfügung gestellt werden können. Außerdem sollen gemeinsam genutzte Instrumente den Qualitätsdialog im gesamten System unterstützen, um die notwendige vertikale Kohärenz zu fördern. Kurz: Es soll eine gemeinsame „Sprache“ und ein gemeinsames Qualitätsverständnis entstehen.

Lassen Sie mich noch etwas zum Thema „landesweit vergleichbare Abschlüsse“ sagen. In der Zeitung „Independent“ vom 8. Dezember 1999 findet sich die inzwischen übliche jährliche Rangliste („Ranking“) in

England. Sie gibt Auskunft darüber, welchen Rangplatz die Schulen bei den jährlichen Prüfungen erreicht haben, wieviel Prozent der Schulen bei den nationalen Tests ihre Leistungen verbessert haben, welche Schule dabei am besten abgeschnitten hat, welche Schule dabei sozusagen aus dem Keller der letzten Überprüfung mit an die Spitze gerückt ist und ähnliches. Aber: **Unfaire Rankings** werden durch Wiederholung nicht besser. Das entscheidende Wort liegt auf unfair. Das heißt, wir müssen einen Weg finden wie Vergleiche, auch solche zwischen den Schulen, fair betrieben werden können. Das heißt nicht, dass wir darauf verzichten können, Rückmeldungen über die Leistungen von Schulen aufzubauen, wir müssen aber miteinander vereinbaren, wie mit den Daten jeweils umgegangen wird, wie die Verfahren zur Nutzung der Instrumente aussehen und wie die Instrumente selbst gestaltet sein sollen, so dass sie in den Schulen auf Akzeptanz stoßen und auf Vertrauen. Unfares Ranking nach englischem Muster führt wahrscheinlich dazu, dass Schulen dazu verführt werden, in dem leicht messbaren Bereich bessere Leistungen zu erzielen, ohne das Ganze, was eine Schule ausmacht, im Blick zu haben. Wenn wir aber sagen „Curriculum ist das, was eine Schule mit Absicht tut!“, dann ist es das Ganze, was eine Schule tut und wie sie täglich funktioniert, wie sie bildet und erzieht. Dabei ist es wichtig zu wissen, dass ausgerechnet aus England die ersten Hinweise kamen, wie wirksam und mächtig „ein heimliches Curriculum“ ist, das in der Schulorganisation steckt, in dem alltäglichen Handeln. Deshalb muss dieses alltägliche Handeln genauso in den bewussten Bereich des absichtlichen Handelns von Schulprogrammen und Evaluation kommen. Denn könnte es sein, dass diejenigen, denen man meint, mit einfachen Leistungsvergleichen am meisten zu helfen, am Schluss diejenigen sind, die diese Leistungsfähigkeit zwar erwerben, aber dieses u.U. in Bedingungen tun, die Gewaltpotenziale in sich bergen, deren schlimmste Auswirkungen wir jetzt gerade in diesem Herbst sehen konnten. Deshalb sollte die einfache Meinung gelten: Beides ist wichtig, die Erreichung von Minimalstandards bei den Schülerleistungen sowie die Verbesserung des schulischen Erfolgs und die bewusste Steuerung des schulischen Alltags. Es sollte insgesamt eine Vergleichbarkeit zwischen den Schulen entstehen und Schulen sollten wissen, wo sie in ihrer Entwicklung stehen. Beides gehört zusammen und für beides müssen wir, ähnlich wie bei PISA, Rückmeldungssysteme aufbauen, denn Schulleistungen sind mehr als Schülerleistungen.

Wolfgang Gräber

„Scientific Literacy“ – Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion

1. Einleitung

In der internationalen, aber zu Teilen auch in der deutschen Naturwissenschaftsdidaktik, lässt sich gegenwärtig eine Art Aufbruchstimmung beobachten, etwa vergleichbar mit der Situation, die die Amerikaner nach dem „Sputnikschock“ Ende der 50er Jahre erlebten. Den gegenwärtigen Schock hat die „Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)“ (Baumert & Lehmann, 1997) ausgelöst, indem sie zeigte, dass in vielen westlichen Ländern der Unterricht nicht den erhofften Erfolg bringt und man deutlich hinter internationalen Standards hinterherhinkt. Deutschland und die USA zeigen sich mit Plätzen im unteren Mittelfeld besonders betroffen. Insofern nimmt es nicht wunder, dass große Anstrengungen unternommen und finanzielle Ressourcen aufgebracht werden, um wieder den Anschluss an die Spitze herzustellen. In den USA hatte Vize Präsident Al Gore gerade einen Plan angekündigt, um durch den Einsatz von 115 Milliarden Dollar in den nächsten 10 Jahren das amerikanische Schulwesen zu „revolutionieren“. Auch in Deutschland hat sich der ehemalige Bundespräsident Roman Herzog intensiv für die Förderung der Bildung eingesetzt. „Bildung muss das Megathema unserer Gesellschaft werden,“ forderte er in seiner Rede im April ’97 in Berlin. Und auf dem Deutschen Bildungskongress am 13. April 1999 in Bonn:

“Es war ein zentrales Anliegen meiner Amtszeit, das Thema Bildung auf die Titelseiten zu holen. Als ich vor mehr als einem Jahr zu einer öffentlichen Debatte über die Zukunft unseres Bildungssystems aufrief, waren es vor allem zwei Dinge, die ich nicht akzeptieren konnte: Zum einen, dass das Thema Bildung, das uns alle gleichermaßen und meist ein Leben lang betrifft, offenbar nur noch ein Diskussionsgegenstand für Expertenzirkel war.

Zum zweiten, dass sich gerade in diesen Expertenrunden und Bildungsgremien ein Diskussionsalltag breitgemacht hatte, der lange Zeit nichts als Stillstand produzierte.“

Inzwischen ist das Thema reichlich in der deutschen Presse vertreten und wird nicht nur von Experten, sondern von allen Betroffenen heftig diskutiert. So ließ der „Stern“ (4/99, S. 52ff.) z.B. Mädchen und Jungen im Alter von 14-16 Jahren mit 40 Items befragen, wie viele Basiskenntnisse sie auf verschiedenen Gebieten haben. Der Autor der Fragen, Seminarleiter Thomas Unruh aus Hamburg, stützte sich auf Schullehrpläne und seine Fragensammlung „Grundwissen Allgemeinbildung“ (Unruh, 1999). Durchschnittlich wurden 38 % der Fragen richtig beantwortet, die Bundesländer streuten von 30 % für das Schlusslicht Nordrhein-Westfalen bis 47 % für den Spitzenreiter Saarland. Die Naturwissenschaften haben in diesem Test einen sehr niedrigen Stellenwert: Nur sieben Fragen kommen aus diesem Bereich, so etwa: „Welches sind die wichtigsten Bestandteile der Luft?“ oder „Wer war der Begründer der modernen Evolutionstheorie?“ Auch Bundestagspräsident Wolfgang Thierse bedauert die niedrigen Leistungen der Schüler und Schülerinnen:

„Es gibt ein paar Dinge, die die Mehrheit der Gesellschaft kennen muß, sonst können wir gar nicht miteinander kommunizieren.“ Er wünscht sich, dass mehr Klassik, mehr Goethe gelesen wird. (Stern 4/99 S.55)

Nicht nur Thierse denkt bei Bildung eher an die Geisteswissenschaften als an Naturwissenschaften. Der Hamburger Anglist Dietrich Schwanitz, bekannt durch seinen Bestseller „Der Campus“, definiert Bildung folgendermaßen:

„Sozialer Konsens ist, das für Bildung zu halten, was man nicht fragen darf. Man darf unter gebildeten Menschen nicht fragen, wer Molière ist, oder man blamiert sich schrecklich. Man darf aber ruhig nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik fragen, ohne als Banause zu gelten. Naturwissenschaften sind traditionell nicht Teil der Bildung...“ (Stern 40/99, S.34)

Vielleicht hat Schwanitz mit seinem Handbuch „Bildung. Alles was man wissen muss“ (Schwanitz, 1999) wieder einen Bestseller gelandet. Der Markt ist reif für derartige Literatur, das Thema Bildung hat Konjunktur,

und Schwanitz bietet Fläche zum sich Reiben. Wer sein Buch durchgearbeitet hat, gilt nach Schwanitz als gebildet:

„Ja. Wenn man das drauf hat, reicht es. Man hat natürlich die Möglichkeit, weiterzumachen und wird es auch tun, wenn das Interesse geweckt ist. Das Buch enthält Mindestangaben wie ein Rezeptbuch.“ (Stern 40/99, S.32).

Diese Bildungsvorstellung mit dem geisteswissenschaftlichen Schwerpunkt ist die traditionelle humanistische, die auf Humboldt zurückgeht und sich an den Idealen der Antike orientiert. Im 19. Jahrhundert hat man gewaltige Anstrengungen unternommen, auch den Bildungswert der Naturwissenschaften herauszustellen, aber in der breiten Bevölkerung haben sie immer noch nicht die Bedeutung erfahren, die ihnen gebühren. Immerhin gehören sie inzwischen zum Fächerkanon der allgemeinbildenden Schule.

In diesem Beitrag versuche ich, schlaglichtartig die neuere Diskussion um die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu beleuchten. Dabei greife ich in erster Linie die Ergebnisse auf, die wir in zwei Symposien (1996, 1998) und einem Seminar (1999) zur Thematik „Scientific Literacy“ gewonnen haben. Scientific Literacy würden wir mit naturwissenschaftlicher Grund- oder Allgemeinbildung übersetzen. Wir setzen sie jedenfalls gleich mit den Zielen, die der naturwissenschaftliche Unterricht allgemeinbildender Schulen verfolgen sollte. Im Rahmen der zwei internationalen IPN-Symposien (Gräber & Bolte, 1997; Gräber et al., 2000) zu Scientific Literacy wurde der internationale Diskussionsstand aufgearbeitet und Wege von der Definition des Begriffs zur Realisierung in der Praxis gesucht. Während es 1996 vor allem um den theoretischen Hintergrund ging, lag 1998 der Schwerpunkt mehr bei der Diskussion konkreter Unterrichtsvorschläge. Auf dem Seminar wurde vor allem die deutsche Situation besprochen und verschiedene deutsche Reformansätze vorgestellt.

International verlief die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts von einer Orientierung an den Fachdisziplinen hin zu einer Kontextorientierung, die in verschiedenen Science-Technology-Society(STS)-Ansätzen realisiert wird (Kapitel 2). In Kapitel 3 wird noch einmal betont, dass der Umschwung mit dem bis dahin unbefriedigenden Erfolg des naturwissenschaftlichen Unterrichts einhergeht. Mit der umfangreichen Entwicklung der STS-Materialien wurde auch die Notwendigkeit erkannt, die

Ziele des Unterrichts neu zu überdenken. Insofern werden in Kapitel 3 auch verschiedene internationale Standpunkte zur Klärung des Begriffs „Scientific Literacy“ referiert. Im Kapitel 4 gehen wir auf die deutsche Situation ein und zeigen, wie Ziele und Inhalte des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausgewählt werden können. Kapitel 5 widmet sich dann der Förderung der Bildungsziele im realen Unterricht und legt einen Schwerpunkt auf selbstgesteuertes Lernen.

2. Die Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch die STS-Bewegung

In den USA waren die 60er und 70er Jahre nach dem sogenannten Sputnikschock geprägt durch die Entwicklung neuer Curricula, die das Lernen der Naturwissenschaften verbessern sollten. Die Ansätze waren stark an den Fachdisziplinen orientiert, man wollte vor allem mehr und bessere Naturwissenschaftler. Erst Mitte der 70er Jahre kam ein Umschwung, bei dem die „Naturwissenschaft für alle“ in den Blick kam. Norris Harms mit dem „Project Synthesis“ (Harms, 1977) in den USA und John Ziman in Großbritannien mit „Teaching and learning about science and society“ (Ziman, 1980) starteten die weltweite „Science-Technology-Society (STS)“-Bewegung. Der Schwerpunkt wanderte von der Fachdisziplin zu einer Kontextorientierung. So findet man z.B. folgendes Zitat von Margaret Thatcher aus dem Jahr 1971, damals noch Secretary of State for Education, in der „Ford Lecture to Youth“:

„School science ought to go beyond the Bunsen burners, the test tubes and the retorts, important as those are, and examine also the relationship between science and society.“

John Ziman in seinem Buch zur Begründung der Kontextorientierung:

„The fundamental weakness of „valid“ science as it is usually taught is not what it says about the world, but what it leaves unsaid. The task of STS education is to fill that gap.“

Ziman gibt dann auch verschiedene mögliche Schwerpunkte (Kontexte) an, die von STS-Ansätzen aufgegriffen wurden (Ziman, 1994):

- Anwendungen der Naturwissenschaft in der Lebenswelt der Schüler („Relevance“)
- Berufsvorbereitende Aspekte („Vocational“)
- Fach- oder fächerübergreifende Aspekte („Transdisciplinary Approach“)
- Historische Aspekte („Historical“)
- Wissenschaftstheoretische Aspekte („Philosophical“)
- Soziologische Aspekte („Sociological“)
- Gesellschaftlich relevante Problemstellungen („Problematic“)

Hier seien exemplarisch einige der ersten STS-Ansätze angeführt:

- Science in Society
- Science in a Social Context (SisCon)
- Salters' Approach
- Science And Technology In Society (SATIS)
- Science and Culture
- Chemistry in the Community (ChemCom)
- Chemical Education for Public Understanding Program (CEPUP)

Gemeinsam mit dieser Welle der Materialentwicklung kam es auch zu einer erneuten Diskussion der Ziele; international wird sie unter dem Begriff „Scientific Literacy“ geführt. Bob Yager, einer der Begründer der STS-Bewegung, zitiert die Ziele eines STS-orientierten Unterrichts folgendermaßen (Yager & Roy, 1993):

- Prepare students to use science for improving their own lives and for coping in an increasingly technological world.
- Teach students to deal responsibly with technology/society issues.
- Identify a body of fundamental knowledge that students should master to deal intelligently with STS issues.
- Give students an accurate picture of the requirements of and opportunities in the many careers available in the STS field.

3. Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Allgemeinbildung

Der unbefriedigende Erfolg des gegenwärtigen Unterrichts

Im einleitenden Vortrag "Outcomes of Science Teaching" zum „II. International IPN-Symposium on Scientific Literacy“ ging Peter Nentwig auf den weltweit beklagten geringen Erfolg des gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Unterrichts ein und stellt ihn als einen Grund dafür dar, Inhalte, Methoden und vor allem auch Ziele des Unterrichts neu zu überdenken. Die angestrebten fachbezogenen Kenntnisse und Fähigkeiten werden von den Lernenden in nur geringem Maße erworben, die anfänglich vorhandenen Interessen gehen verloren, und ein in der Lebenswelt anwendbares Wissen wird kaum vermittelt. Seit 1972 werden in den USA von der National Science Foundation geförderte Untersuchungen zu Einstellungen und Kenntnissen von Erwachsenen in den Naturwissenschaften systematisch durchgeführt. Miller hat aus diesen Ergebnissen zwei Faktoren naturwissenschaftlicher Bildung extrahiert (Miller, 1997):

- Vocabulary dimension: begriffliches Wissen, um naturwissenschaftliche Inhalte in den Medien zu verstehen
- Understanding of the nature of scientific inquiry

Nur 7 % der 1995 befragten Probanden genügten einem auf diesen beiden Kategorien basierenden Konstrukt "Scientific Literacy".

Bezüglich der schwindenden Interessen und der negativen Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften sollen aus den weltweit zahlreich erhobenen Daten hier nur zwei Zitate von Sjøberg erwähnt werden, die den Sachverhalt exemplarisch darstellen:

"In general both girls and boys start school with an intrinsic interest in science and nature. It is a saddening fact that several investigations show a decline of interest and motivation with age (and exposure to school science?)" (Sjøberg & Imsen, 1988)

"We have to admit that science and technology, at least in Western democracies, are met with distrust and suspicion, and that there seems to be a falling interest in science in schools. Norwegian data show de-

clining enrollment in schools, especially in physics, and we are facing a recruitment crisis in the whole sector of science and technology. Similar trends are visible in many OECD countries." (Sjøberg, 1997)

Wie lässt sich Scientific Literacy definieren?

In der deutschen Diskussion versucht man, mit moderneren Vorstellungen von Allgemeinbildung den Ansatz Robinsohns einer pragmatischen Lebensbewältigung mit dem werte- und persönlichkeitsorientierten Bildungsbegriff Humboldtscher Prägung zu verbinden (vgl. Schaefer, 1998). Allgemeinbildung wird nicht mehr als mosaikartig zusammengesetztes Spezialwissen aus akademisch definierten Fächern verstanden, sondern als Transzendierung der Fachlichkeit, was zu fachunabhängigen allgemeinen Kompetenzen der Lernenden führen soll. Die Autoren des BLK-Gutachtens zur Vorbereitung des Programms zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (BLK, 1997) weisen auf die Bedeutung solcher Kompetenzen für die Bewältigung gegenwärtigen sowie zukünftigen Lebens hin und betonen vor allem die Anschlussfähigkeit für nachfolgendes Lernen. Vier Bereiche werden genannt:

- Sicheres Beherrschen kultureller Basiswerkzeuge (Muttersprache, mathematische Symbole und Routinen, Fremdsprache)
- Orientierungswissen in zentralen Wissensdomänen
- Metakognitive Kompetenzen und motivationale Orientierungen
- Sozial-kognitive und soziale Kompetenzen

Die internationale Diskussion um „Scientific Literacy“ beinhaltet bei aller Verschiedenheit der diversen Ansätze ganz ähnliche Ideen und versucht, die Aufteilung in fachspezifisches Orientierungswissen und cross-curriculare Kompetenzen zu überwinden. Unsere Keynote-Referenten Rodger Bybee, Rolf Dubs, Gerhard Schaefer und Morris Shamos vertraten mit ganz unterschiedlichen Schwerpunkten diese Idee.

Rodger Bybee: Achieving Scientific Literacy: Myth or Reality

In seinem Vortrag betont Rodger Bybee, dass es durchaus konsensfähige Vorstellungen zu dem Begriff Scientific Literacy gibt, weitere Forschung und detailliertere Definitionen werfen allerdings immer neue Fragen auf, die vor allem die Entwicklung konkreter Maßnahmen zur Erreichung dieses komplexen Ziels betreffen.

Die Idee der „Scientific literacy“ für alle Gesellschaftsmitglieder ist schon sehr alt, Bybee zitiert James Wilkinson aus dem Jahr 1847 mit einem Vortrag: „Science for All“. Der Begriff „Scientific Literacy“ wurde 1952 das erste Mal von James Bryant Cohen (Cohen & Watson, 1952) benutzt. Seitdem wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche ausführliche Definitionen ausgearbeitet. Noch sehr aktuell ist eine vollständige und detaillierte Definition von Scientific Literacy durch Rutherford und Ahlgren in „Science for All Americans“ (Rutherford & Ahlgren, 1989) und die in den National Science Education Standards (NSES) (National Research Council, 1996). Unter anderem werden in den NSES die inhaltlichen Domänen ausführlich dargestellt und belegen besonders das Anliegen des naturwissenschaftlichen Unterrichts, einen Beitrag zur Allgemeinbildung zu leisten:

Rodger Bybee selbst vertritt ein Konzept „Scientific Literacy for All“, das seinen Niederschlag in den amerikanischen „National Science Education Standards“ findet. Bybee hat deren Bearbeitung als Vorsitzender des National Research Council maßgeblich vorangetrieben. Allerdings erwartet er nicht, dass die Schule allen ihren Absolventen zu einer umfassenden naturwissenschaftlichen Bildung verhelfen kann und postuliert daher ein hierarchisches Modell, nach dem einzelne Individuen abhängig von Alter, Inhalt und Kontext, ausgehend von einer „Illiteracy“ im Laufe ihres Lebens stufenweise „nominale“, „funktionale“, „konzeptuale“ und „multi-dimensionale Literacy“ entwickeln können.

Dimensionen von Scientific Literacy

Nominale Scientific Literacy

- identifiziert Begriffe und Fragen als naturwissenschaftlich, zeigt jedoch falsche Themen, Probleme, Informationen, Wissen oder Verständnis;

- falsche Vorstellungen von naturwissenschaftlichen Konzepten und Prozessen;
- unzureichende und unangemessene Erklärungen naturwissenschaftlicher Phänomene;
- aktuelle Äußerungen zur Naturwissenschaft sind naiv.

Funktionale Scientific Literacy

- verwendet naturwissenschaftliches Vokabular;
- definiert naturwissenschaftliche Begriffe korrekt;
- lernt technische Ausdrücke auswendig.

Konzeptuale und prozedurale Scientific Literacy

- versteht Konzepte der Naturwissenschaft;
- versteht prozedurales Wissen und Fertigkeiten in der Naturwissenschaft;
- versteht Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen einer naturwissenschaftlichen Disziplin und konzeptionelle Struktur;
- versteht die grundlegenden Prinzipien und Prozesse der Naturwissenschaft.

Multidimensionale Scientific Literacy

- versteht die Besonderheiten der Naturwissenschaft;
- unterscheidet Naturwissenschaft von anderen Disziplinen;
- kennt Geschichte und Wesen der naturwissenschaftlichen Disziplinen;
- begreift Naturwissenschaft in einem sozialen Kontext.

Rolf Dubs: Literacy: A great challenge for pedagogy

Rolf Dubs, der als Wirtschaftspädagoge mit dem unvoreingenommenen Blick des Außenstehenden auf den naturwissenschaftlichen Unterricht blickte, verlangte von diesem die Vermittlung grundlegender Konzepte in ausreichender Breite und Tiefe. Nur wenn sie damit ausgestattet sind, könnten junge Menschen als „kompetente Zuhörer“ an der Gestaltung unserer zunehmend polarisierten Welt mitwirken, ohne ahnungslos den Verführungen einfacher Lösungen für komplexe Probleme aufzusitzen. Scientific Literacy bedeutet nach Dubs, die Argumentation über naturwissenschaftlich technische Konfliktthemen verfolgen zu können, Widersprüche zu erkennen, Interessenkonflikte zu durchschauen und zugrunde-

liegende Wertvorstellungen zu erkennen. Dies kompetent zu tun, verlange auch grundlegende Kenntnis des strittigen Sachverhalts.

Ein übergeordnetes Ziel allgemeiner Bildung ist es zu lernen, wie man mit gesellschaftlichen Problemstellungen umgeht und rational begründete Entscheidungen fällt.

Scientific Literacy:

- Schüler/Schülerinnen müssen lernen, Probleme in realen Lebenssituationen zu erkennen.
- Sie müssen lernen, Widersprüche zu erkennen, Zielkonflikte und im Zusammenhang damit Interessenkonflikte.
- Sie müssen lernen, mögliche Lösungen inklusive ihrer Konsequenzen zu evaluieren.
- Sie müssen angeleitet werden, eigene Entscheidungen in wertbezogenen Fragestellungen zu fällen, wobei sie lernen, dass nicht jedes Problem rein rational gelöst wird, sondern dass viele Lösungen von Wertentscheidungen abhängig sind.

Gerhard Schaefer: Scientific Literacy, General Education and Implications for Teaching „Subject-Transcendent Subjects“ in School

Die „Sachkompetenz“ stand auch bei Gerhard Schaefer, Biologiedidaktiker, im Zentrum seiner Ausführungen. Für ihn allerdings ist sie der Ausgangspunkt für den Erwerb fachüberschreitender Kompetenzen. Deren Summe ist eine allgemeine „Lebenskompetenz“, zu der „Scientific Literacy“ neben anderen beiträgt. Schaefer fasst seine Ausführungen selbst folgendermaßen zusammen:

1. Scientific Literacy muss als Teil der Allgemeinbildung gesehen werden und erhält ihren erzieherischen Wert nur in diesem Zusammenhang.
2. Das übergeordnete Ziel von Allgemeinbildung ist „Lebenskompetenz“ im weitesten Sinn. Insofern muss sich „Scientific Literacy“ auch an diesem Ziel ausrichten.
3. Lebenskompetenz lässt sich durch verschiedene „elementare Kompetenzen“ operationalisieren: Sachkompetenz (general knowledge and skills competence) (als Voraussetzung für all die anderen Kompetenzen), Gesundheits-, Umwelt-, Sozial-, ethische, historische, ästhetische

- sche, Denk-, Lern- Sprach-, epistemologische, instrumentelle und möglicherweise einige weitere Kompetenzen.
4. Die Sachkompetenz muss kooperativ durch verschiedene Fächer entwickelt werden. Daher sind die einzelnen Fächer unverzichtbar und müssen zumindest während bestimmter Phasen getrennt unterrichtet werden. Dieses getrennte Unterrichten hat allerdings konsequent am übergeordneten Ziel der allgemeinen Lebenskompetenz ausgerichtet zu sein.
 5. Diese Orientierung an dem allgemeinen Ziel überführt die Fächer in solche eines neuen Typs „Fach-transzendierende Fächer“. Die Grenzen der Fächer werden überschritten, aufgeweitet (aber nicht fallengelassen) durch vielfältige Verbindungen zu anderen Fächern und zur Lebenswelt.
 6. Durch dieses Verfahren ändern sich auch die naturwissenschaftlichen Fächer. Als Ergebnis findet man ein neues Konzept von „Scientific Literacy“, und zwar auf einer ersten Stufe der Erwerb und das Behalten von Grundwissen und -fähigkeiten und auf einer zweiten die Fähigkeit, diese für die Ausbildung jeglicher Kompetenzen zu nutzen.
 7. Diese erste Stufe von „Scientific Literacy“ bezieht sich mehr auf die statischen Aspekte des Lernens (Wissen, Fähigkeiten als „gespeichertes Material“), und daher an die alte Version von Bildung erinnert, während die zweite Stufe auf den dynamischen Aspekt zielt: Aktivierung und Anwendung des gespeicherten Materials.

Morris Shamos: Developing an Awareness of Science through the Process of Science

Morris Shamos bezweifelt grundsätzlich die Erreichbarkeit einer Scientific Literacy für alle und nennt sie einen Mythos (Shamos, 1995). Die ernüchternden Ergebnisse empirischer Untersuchungen des naturwissenschaftlichen Kenntnisstandes von Erwachsenen scheinen für seine Skepsis zu sprechen. „Scientific Awareness“, ein Bewusstsein von der Rationalität naturwissenschaftlicher Vorgehensweise, sei stattdessen anzustreben. Auch nach Shamos ist das nicht ohne Sachkenntnis zu erreichen, jedoch liegen bei ihm die Betonungen anders: weniger Fakten, mehr Prozesse.

Das Ziel eines solchen Unterrichts, nämlich eine Gesellschaft, deren Mitglieder ihre Entscheidungen rational begründet fällen, findet sicher auch heute den Konsens der meisten Erzieher. Dieses Ziel erreicht unser ge-

genwärtiger Unterricht allerdings nicht, stattdessen werden eine Reihe andere Ziele zu seiner Legitimierung angeführt:

- Wir müssen das Nachwachsen junger Naturwissenschaftler sichern.
- Wir brauchen die Naturwissenschaften, um unsere Welt zu verstehen.
- Wir brauchen naturwissenschaftliche Kenntnisse, um gesellschaftliche Probleme zu entscheiden, die auf naturwissenschaftlichen Grundlagen beruhen.
- Naturwissenschaften stellen eine Kulturleistung und intellektuelle Herausforderung dar.

Alle diese Punkte stellen für Shamos keinen Grund dar, Naturwissenschaften als Pflichtfach für alle zu unterrichten. Wer einen naturwissenschaftlichen Beruf ergreifen möchte, täte es auch, ohne Naturwissenschaften in der Schule gelernt zu haben. Naturwissenschaften sind sehr komplex und schwierig zu erlernen; man wird durch die in der Schule erlernten Kenntnisse nicht in die Lage versetzt, sich die Welt zu erklären oder Lösungen für gesellschaftliche Probleme zu finden. Dafür benötigt man jeweils den Rat von Experten. Was den kulturellen Wert angeht, da stimmt Shamos zu, aber stellt auch gleichzeitig die Frage, warum gerade die Naturwissenschaften, da es eine Reihe anderer kultureller Errungenschaften gibt, die das gleiche Recht hätten, in der Schule vertreten zu sein.

Shamos lässt nur das von Dewey für die Naturwissenschaften ins Feld geführte Argument zu, dass durch das Erlernen ihrer speziellen Methoden und Formen des Argumentierens das rationale Denken der Lernenden geschult wird. Leider entspricht der gegenwärtig praktizierte Unterricht nicht diesen Vorstellungen:

„... the habits of thought that Dewey expressed as being so important are not necessarily found in the ordinary courses in science, where you speak of laws and theories and equations and such a thing as logical thought rarely comes into a textbook and rarely comes into the class discussions.“

Shamos plädiert immer wieder und mit Nachdruck, bei den Inhalten zu kürzen und sich in erster Linie den Methoden und Prozessen der Naturwissenschaften zuzuwenden.

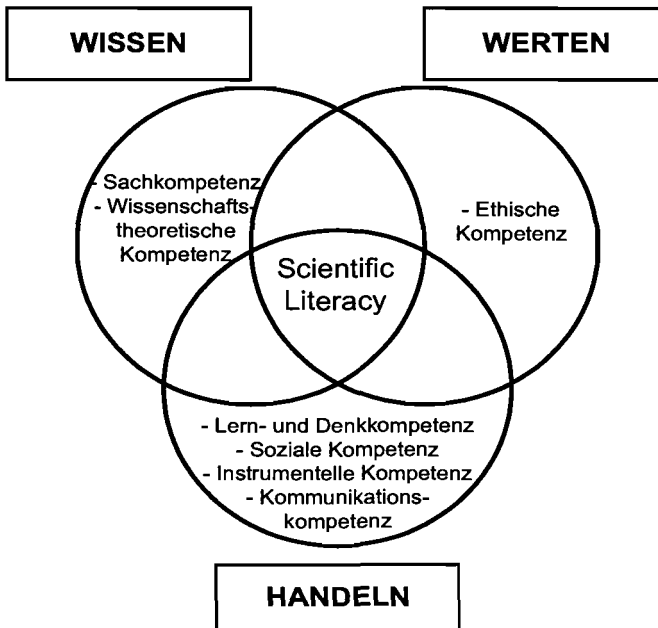
„The public should be made aware of the process of science rather than of its content and findings, what constitutes a science fact, a scientific term, a theory, a conceptual scheme, what do we mean by scientific truth, and explanation or a definition. ...Teach science mainly for appreciation of awareness of the enterprise. Focus on technology as a practical imperative. And for developing social civic literacy stress the populous of scientific experts.“

Allen vier Autoren gemeinsam ist die Intention, über das reine Fachwissen hinaus darüber nachzudenken, welchen Beitrag die Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung beisteuern können. Allgemeinbildung wird dabei nicht mehr als mosaikartig zusammengesetztes Spezialwissen aus akademisch definierten Fächern verstanden, sondern soll über die Fächer hinausreichen und auch zu allgemeineren Kompetenzen der Lernenden führen. Für die Verantwortlichen der PISA-Studie bilden diese Kompetenzen die Grundlage für die Anwendbarkeit naturwissenschaftlichen Wissens in lebensweltlichen Situationen. Sie definieren Scientific Literacy (Naturwissenschaftliche Grundbildung) als zentrales Konzept ihrer Studie (auch in Anlehnung an Bybees dritten Level von Scientific Literacy, der konzeptualen und prozeduralen Literacy) folgendermaßen:

„Scientific Literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.“¹ (OECD, 1999)

¹ „Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“

Die während unseres Symposiums herausgearbeiteten Kompetenzen werden durch die folgende Grafik zusammengefasst:



4. Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts: die Diskussion in Deutschland²

Nachdem ich hier ausführlich die Standpunkte der Referenten unseres Symposiums zur Scientific Literacy dargestellt und damit einen Einblick in die internationale Diskussion gegeben habe, was vor allem mein Anliegen war, soll in Auszügen auch die Situation in Deutschland beleuchtet werden. Wenn hier bisher vor allem internationale Experten zu Wort kamen, soll damit nicht verschwiegen werden, dass die Frage der naturwissenschaftlichen Bildung nicht mindestens ebenso lange auch bei uns dis-

² Dieses Kapitel ist in enger Anlehnung an ein Referat entstanden, das Peter Häußler (IPN) auf dem IPN-Seminar zu Scientific Literacy im November 1999 gehalten hat. (Vgl. auch (Häußler et al., 1998))

kutiert wird. Auf unserem Seminar zur Scientific Literacy im September '99 hat Peter Häußler diese Diskussion mit seinem Referat zu Auswahlkriterien für Ziele und Inhalte des naturwissenschaftlichen Unterrichts beleuchtet und die folgende Zusammenstellung gegeben:

Ansätze zur Auswahl von Zielen und Inhalten naturwissenschaftlichen Unterrichts

- Orientierung an den Bezugswissenschaften
- Orientierung an Lebenssituationen
- Orientierung am kollektiven Sachverstand von Experten
- Orientierung an den Interessen von Jugendlichen
- Orientierung an einem Allgemeinbildungskonzept

Für den Chemieunterricht gilt in der Praxis wohl immer noch, dass die *Bezugswissenschaft Chemie* systematisch in den Schulalltag übertragen wird. In den Lehrplanempfehlungen der MNU findet man folgende Vorschläge (MNU, 1984):

Problemfelder für das Lernen von Chemie

- Stoffe und Reaktionen aus Kontinuumssicht
- erste Deutung der chemischen Reaktion aus der Sicht des Kontinuums
- chemische Symbole zur Beschreibung von Stoffen und Reaktionen aus der Diskontinuumssicht
- Systematisieren von Stoffen und Reaktionen
- Alkali-, Erdalkalimetalle und Halogene – drei Elementgruppen
- differenzierte Deutung von Reaktionsabläufen und Teilchenstrukturen

Erst 10 Jahre später liest man in einer überarbeiteten Version der MNU-Empfehlungen für den Chemieunterricht (MNU, 1994) folgende Passage:

„Der Chemieunterricht muß sich neben der Vermittlung von Grundkenntnissen aus den beschriebenen Problemfeldern (fachlicher Kernbestand) intensiver und übergreifender als bisher den komplexen Zusammenhängen von Vorgängen im direkten Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler widmen. Dabei ergibt sich die Notwendigkeit, aus dem Kontext des Unterrichtsfaches wirtschaftliche und ge-

sellschaftliche Probleme sowie Alltags- und Umweltbezüge und Anwendungen in der Technik (erfahrungs- und anwendungsbezogener Kernbestand) in den Unterricht mit einzubeziehen.“

Die *Orientierung an den Lebenssituationen* war die Basis für den Ansatz Saul Robinsohns. (Robinsohn, 1967)

- Identifizierung von zu bewältigenden Lebenssituationen
- Bestimmung von Qualifikationen und Dispositionen
- Entwicklung von Curriculumelementen

Aber sein stark nutzenorientierter pragmatischer Ansatz einer Lebensbewältigung, der vornehmlich auf Verfügungswissen zielte, konnte sich in den deutschen allgemeinbildenden Schulen nicht durchsetzen.

In einer Delphi-Studie (Häußler et al., 1988) wurden insgesamt 73 Experten, die über ihre fachliche Kompetenz hinaus im Sinne pädagogischer Qualitäten zu handeln imstande waren, in drei Runden zur wünschenswerten physikalischen Bildung befragt. Folgende Zusammenstellung von Begründungskategorien war eines der Ergebnisse:

Begründungskategorien im Rahmen einer Delphi-Studie zur physikalischen Bildung

- Wissenschaftsimmanente Motivierung
- Einblick in die Arbeitswelt
- Grundlagenqualifikation für Berufe
- Verständnis für und Folgerungen aus naturwissenschaftlich-technischen Entwicklungen
- Gefahren naturwissenschaftlich-technischer Entwicklungen
- Vermeiden von Gefahrenquellen/Unfällen im täglichen Leben
- Wohn- und Haushaltsbereich
- Freizeitgestaltung
- Gesellschaftlich-öffentlicher Bereich
- Konsumverhalten
- Emotionaler Persönlichkeitsbereich
- Subjektive Befriedigung im Umgang mit Naturwissenschaften
- Intellektueller Persönlichkeitsbereich
- Aufklärung

Gerade zur Ausrichtung von *Interessen der Schüler und Schülerinnen* ist am IPN intensiv gearbeitet worden. Arbeiten zur sachbezogenen Motivation (Lehrke & Lind, 1976) in den 70er Jahren und eine Längsschnittstudie zu Physikinteressen (Hoffmann et al., 1998) sowie eine Querschnittstudie zu Chemieinteressen (Gräber, 1992a; Gräber, 1992b; Gräber & Suhrbier, 1996) haben nationale und internationale Forschungsergebnisse recherchiert und diskutiert und umfangreiche eigene Daten erhoben. Wenn wir auch nicht der Meinung sind, dass man Ziele und Inhalte des Unterrichts ausschließlich nach *Interessen der Lernenden* auswählen sollte, sondern gemäß übergeordneter Bildungsziele, so stellen die Ergebnisse dieser Studien doch eine fruchtbare Basis für die Gestaltung eines interressefördernden Unterrichts dar. Z.B. haben wir Erkenntnisse darüber gewinnen können, wie verpflichtende Inhalte durch Verknüpfung mit interessanten Kontexten oder Tätigkeiten attraktiver gestaltet werden können.

In der deutschen Diskussion wird vorrangig die *Orientierung an einem Allgemeinbildungskonzept* genannt. Tenorth schreibt dazu (Tenorth, 1994):

„Der Inhalt allgemeiner Bildung findet sich in den Selbstverständlichkeiten, die ein Leben in unserer Kultur bereithält und voraussetzt, in den Techniken, die eine Teilhabe an der Kultur sichern, in den Erwartungen an die Staatsbürgerrolle, die Partizipation am politischen Leben ermöglichen, und in den Standards im Umgang mit der Universalität des Laienproblems, die uns Experten gegenüber gesellschaftlich handlungsfähig sein lassen. Solange man abstrakt bleibt, ist das nicht strittig.“ (S. 173)

Das Problem wird deutlich, wenn man ein Bildungsminimum für Lehrpläne formulieren will. Dazu Tenorth weiter:

„Als solche unerläßlichen ‚Lernbereiche‘, als Strukturen des Kanons, als Kerncurriculum, sind vier Dimensionen im Konsens aufweisbar – das sprachliche, das historisch-gesellschaftliche, das mathematisch-naturwissenschaftliche und das ästhetisch-expressive Lernfeld. Diese Lernbereiche erlauben uns, die Welt als kommunikative Einheit zu erkennen und uns kommunikativ in ihr zu bewegen, die Probleme der Welt als sowohl historisch gewordene wie natürlich entstandene und gesellschaftlich bearbeitbare zu erkennen und zugleich die eigene Subjektivität jenseits und in den Formen historisch gewordener und

natürlich geprägter Lebensformen je individuell zu artikulieren. Konzipiert als ‚Lernbereiche‘ erlauben diese Strukturen zugleich, die gesellschaftliche Wirklichkeit auch jenseits tradierter Schulthemen zu behandeln und für den Wandel der Welt offenzubleiben.“ (S. 174)

Einen, wie ich meine, wesentlichen Schritt zur unterrichtlichen Konkretisierung haben Hans Werner Heymann und weitere Autoren mit der Artikelserie „Allgemeinbildung und Fachunterricht“ (Heymann, 1997a) beigetragen. Heymann definiert die folgenden Aufgaben allgemeinbildender Schulen und für die Fächer Mathematik (Heymann, 1997b), Deutsch (Spinner, 1997), Gesellschaft/Politik (Grammes, 1997), Musik (Bässler, 1997), Sport (Schierz, 1997), Biologie (Bögeholz, 1997) und Englisch (Dirks, 1997) werden entsprechende Umsetzungen vorgeschlagen.

Aufgaben allgemeinbildender Schulen (Heymann, 1997a)

- Lebensvorbereitung
- Stiftung kultureller Kohärenz
- Weltorientierung
- Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch
- Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft
- Einübung in Verständigung und Kooperation
- Stärkung des Schüler-Ichs

Einen vergleichbar konkreten Ansatz stellen die Bad Hersfelder Empfehlungen (Häußler et al., 1998, S.16) dar. Auf die Initiative von H. Härtel (IPN) hin hatte sich in den 70er Jahren ein Arbeitskreis von Physikdidaktikern und Vorsitzenden von Lehrplankommissionen etabliert, der die folgenden Empfehlungen zur Inhaltsauswahl in Anlehnung an Häußler und Lauterbachs Überlegungen zu Zielen des naturwissenschaftlichen Unterrichts und zur Begründung inhaltlicher Entscheidungen (Häußler & Lauterbach, 1976) erarbeitete. Die Liste wird durch eine Zusammenstellung eines für alle Schularten verpflichtenden Fundamentums für den Physikunterricht ergänzt. Wie aktuell und relevant diese Überlegungen heute noch sind, zeigt auch die Äußerung Muckenfuß‘ (Muckenfuß, 1995), der in seinem viel beachteten Buch „Lernen im sinnstiftenden Kontext“ Häußler und Lauterbachs Ansatz als den wohl umfassendsten Versuch einer neuen Zielbestimmung für den naturwissenschaftlichen Unterricht würdigt und schreibt: „Wären die Vorstellungen der Autoren praxisleitend geworden, hätte die vorliegende Arbeit nicht geschrieben werden müssen.“

16 Gesichtspunkte für die Inhaltsauswahl

Ist der Inhalt geeignet, ...

1. grundlegende Begriffe und Gesetze aus der Naturwissenschaft zu erarbeiten?
2. für Naturwissenschaften und Technik wesentliche Denkweisen, Methoden, Darstellungsformen, Arbeitstechniken und Verfahren zu erklären?
3. die Grenzen, Vorläufigkeit und Einseitigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen aufzuweisen?
4. die Erschließung anderer inhaltlicher Bereiche zu erleichtern?
5. aufzuweisen, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse technisch verwertbar sind und dass technologischer Fortschritt die Naturwissenschaft vor neue Erkenntnisprobleme stellen kann?
6. die wechselseitige Verflechtung von Naturwissenschaft, Technik, Wirtschaft und sozialer Lebenswelt aufzuweisen?
7. die historische Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik und die jeweiligen Faktoren, die zu dieser Entwicklung geführt haben, aufzuweisen?
8. durch Naturwissenschaft und Technik ermöglichte Fehlentwicklungen aufzuweisen, d.h. ist es ein kontroverses Thema unserer Zeit?
9. zu demonstrieren, wie Naturwissenschaft und Technik unsere Umwelt verändert haben und wie man sie verantwortungsbewusst mitgestalten kann?
10. zu demonstrieren, wie heute naturwissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung vollzogen oder beeinflusst werden können?
11. dem Schüler Kenntnisse und Verhaltensgewohnheiten zur physischen und psychischen Gesunderhaltung zu vermitteln?
12. dem Schüler Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten zur unmittelbaren Lebensbewältigung zu vermitteln?
13. die natürliche und technische Umwelt begreifen zu helfen?
14. Neigungen, Interessen und Probleme der Schüler gemäß ihren Lernerfahrungen zu berücksichtigen?
15. selbstorganisiertes Lernen, kreatives Denken und selbständiges wie kooperatives Handeln anzuregen und zu ermöglichen?
16. selbständiges Experimentieren der Schüler zu ermöglichen?

5. Überlegungen zur praktischen Umsetzung der Ideen im Unterricht

Sowohl die internationale wie auch die innerdeutsche Diskussion läuft darauf hinaus, nach unterrichtlichen Konkretisierungen zur Erreichung der Bildungsziele zu suchen. Berck schreibt in seiner Antwort auf Holbrooks Abhandlung „Teaching Science – time to rethink our emphases“ (Holbrook, 1999), in der dieser für mehr allgemeinbildende Anteile plädiert (Berck, 1999):

„Er enthält so etwa nichts, was man nicht schon weiß – zumindest in bezug auf den Biologieunterricht. Was dagegen offenbar weithin fehlt ... ist die Realisierung der dargelegten Vorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.“

Gerade dieser Problematik widmeten wir uns mit dem 2. Internationalen IPN-Symposium zur Scientific Literacy. Für dieses hatten wir ein neues Format gewählt, das sich im Laufe der Veranstaltung als sehr fruchtbar erwies. Während die vier Hauptreferenten den theoretischen Rahmen aufspannten, präsentierten andere Kollegen Mitschnitte realen Unterrichts auf Video, die teils ihrer täglichen Arbeit entstammten, teils eigens für diesen Anlass produziert waren. Sie zeigten mit diesen Videos und den begleitenden schriftlichen Unterlagen ihre Vorstellung davon, wie jeweils ein bestimmter Aspekt des Konstruktes Scientific Literacy im Unterricht gefördert werden kann. Insgesamt war man sich einig, dass die Konkretisierung der Diskussionsbeiträge durch Unterrichtsmitschnitte eine ausgezeichnete Methode sei, sowohl die Theorie weiter zu präzisieren als auch deren Umsetzung in die Praxis zu unterstützen. In den lebhaften Diskussionen wurden schließlich drei Bereiche identifiziert, in denen ein solcher Unterricht beschrieben werden kann:

- Disziplin-orientiertes Lernen vs. Lebenswelt-orientiertes Lernen
- Fakten/Konzept-Lernen vs. Lernen von fachübergreifenden Kompetenzen
- Lehrerkontrolliertes vs. Schüler-selbstbestimmtes Lernen

Im ersten Bereich wird die Beziehung zwischen dem naturwissenschaftlichen Unterricht im Klassenzimmer und dem Leben außerhalb der Schule hergestellt: Durch die Betrachtung, wie mit naturwissenschaftlichen Themen in der Gesellschaft umgegangen wird, durch den Einbezug ethischer

Fragen, oder durch die Behandlung technischer Anwendungen. Im zweiten Bereich geht es um das Verhältnis zwischen den Wissensbeständen und den Prozessen, durch die sie erzeugt werden. Wie in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden, wie sich Modelle, Hypothesen und Evidenzen zueinander verhalten, ist für Lernende vermutlich spannender als die Fakten selbst. Im dritten Bereich schließlich werden Wege des Lernens beschrieben, die zwischen autonomer Lerngestaltung durch die Lernenden und von den Lehrenden ausgehender Wissenstransmission liegen. „Wir können sie in die Luft bringen“, beschrieb es ein Teilnehmer, „aber wir müssen ihnen auch das Fliegen beibringen, damit sie nicht sogleich wieder abstürzen“. „Lebenslanges Lernen“, „Anschlussfähigkeit“, „Lernkompetenz“ sind in diesem Zusammenhang zutreffende pädagogische Stichworte.

Jede Unterrichtsstunde kann in einem Raum verortet werden, der durch diese drei Dimensionen aufgespannt wird. Während unser gegenwärtiger Unterricht meist sehr „linkslastig“ (bezogen auf die obige Zusammenstellung) durchgeführt wird, propagierten die Teilnehmer des Symposiums eine stärkere Betonung der rechten Seite. Allerdings wurde auch davor gewarnt, in ein Extrem zu verfallen: Lebensweltliche Kontexte sind häufig zu komplex. Um Prozesse zu lernen, braucht man auch Fakten, und allzu oft übernehmen Schüler und Schülerinnen nicht von sich aus die Verantwortung für ihr eigenes Lernen. Lehrende und Lernende, Ziele und Inhalte bestimmen jeweils, wo die Schwerpunkte zu setzen sind. Wichtig ist, dass die Lehrer und Lehrerinnen gut vorbereitet werden auf dieses komplexe Unterrichtsgeschehen. Sie sollten in der Lage sein, das ganze Klavier zu spielen. Berck beklagt in seiner Replik vor allem die einseitig fachbezogene Ausbildung der Lehrenden. Wir schließen uns der Forderung nach einer stärkeren Betonung der fachdidaktischen Anteile an.

Ein Unterricht, der nicht nur fachliche Inhalte vermittelt, sondern auch der Förderung allgemeinbildender Gehalte verschrieben ist, sollte verstärkt Phasen selbstgesteuerten Lernens einschließen. Diese Idee ist nicht neu, aber sie gewinnt immer mehr an Bedeutung und wird immer noch viel zu selten im Unterricht realisiert.

„Was der Mensch sich nicht selbstthätig angeeignet hat, hat er gar nicht; wozu er sich selbst nicht gebildet hat, ist gar nicht in, sondern außer ihm.“ (Diesterweg 1873, S. 202, zit. nach Deitering, 1995)

„Es geht um die spürbare Verbesserung der Infrastruktur für lebenslanges, selbstgesteuertes und kompetenzentwickelndes Lernen. [...] Selbstbestimmtes Lernen, Weiterbildung in allen möglichen Formen muß ein neues Image erhalten. Lebenslanges Lernen muß zu einer aktiven Grundhaltung entwickelt werden. [...] Für die persönliche Weiterentwicklung jedes einzelnen und für die Zukunft unseres Landes gehören deshalb die Unterstützung des lebenslangen, selbstgesteuerten Lernens zu den gesamtgesellschaftlichen Schwerpunktaufgaben.“ (Bulmahn, 1999)

Drei Begründungsstränge (Selbstbestimmung, Selbstverantwortung, Selbsttätigkeit) für das selbstgesteuerte Lernen stehen in Übereinstimmung mit dem Bildungsziel: Die Selbstbestimmung beinhaltet die emanzipatorische Komponente. Die Selbstverantwortung zielt auf das vom Lehrer unabhängige Lernen; Verantwortung für den eigenen Lernprozess zu übernehmen, ist die Voraussetzung für die Anschlussfähigkeit schulischen Lernens und das lebenslange Lernen. Die Selbsttätigkeit ist die zentrale Komponente konstruktivistischen Wissenserwerbs.

Das selbstgesteuerte Lernen sehen wir als Weg und Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Als Ziel insofern, als die Motivation und Fähigkeit, selbstgesteuert zu lernen, die Grundlage für lebenslanges Lernen darstellt. Als Weg insofern, als wir annehmen, dass durch die Organisation verschiedener Phasen des Unterrichts in lernergesteuerter Form und durch schrittweises Einführen und Trainieren erforderlicher Fähigkeiten Schüler und Schülerinnen zu aktiver zielgerichteter Interaktion motiviert werden können.

Die Fähigkeit selbstgesteuerten Lernens kann von den Schülern nicht unvorbereitet gefordert werden, sondern setzt die gezielte Einführung und das intensive Üben der hierzu notwendigen Kompetenzen voraus. Zum selbstgesteuerten Lernen gehört nicht nur das aktive Aneignen der Lerninhalte, sondern auch das bewusste Reflektieren des eigenen Lernprozesses, also das Lernen des Lernens. Somit gilt es, das Schülerverhalten vor allem in zwei Bereichen zu unterstützen: Zum einen Freiräume für eigenständige Lernentscheidungen zu schaffen, z.B. beim Vorbereiten des Lernens und beim Ausführen von Lernhandlungen; zum anderen das Nachdenken über das eigene Lernen anzuregen. Entscheidend wird es sein, ein geeignetes Zusammenspiel von coaching und fading im Sinne des „Cognitive Apprenticeship“ (Collins et al., 1989) zu finden.

Wenn ich anfangs von der Aufbruchstimmung unter den Fachdidaktikern sprach, dann meine ich damit auch, dass inzwischen immer mehr diesbezügliche Ansätze im deutschsprachigen Raum entwickelt und auf breiterer Ebene erprobt werden. Während z.B. die inzwischen 30 Jahre alten innovativen Arbeiten von Gerda Freise, Peter Buck und Jens Pukies (Freise, 1972) noch isolierte Einzelstudien darstellten, haben gegenwärtig Entwicklungen von Muckenfuß: „Lernen im sinnstiftenden Kontext“ (Muckenfuß, 1995), Schallies und Wellensiek: „Schule/Ethik/Technologie“ (Schallies et al., 1999) oder Parchmann, Ralle und Demuth: „Chemie im Kontext“ (Parchmann et al., 2000) offensichtlich realistische Chancen, in den Schulalltag einzuziehen. Wir selbst planen ein Projekt in Anlehnung an die Fallstudien der ETH Zürich (Frey & Frey-Eiling, 1992). Bei der Bearbeitung einer Fallstudie beantworten die Schüler eine offene Frage, so z.B. „Ist der Akku oder die Batterie ökologisch sinnvoller?“ Die Schüler gehen dabei weitgehend selbstgesteuert vor, erhalten aber alle erforderlichen Informationen vom Lehrer in Form von Originalberichten aus Labors, Zeitungen, Gutachten, Datenbanken usw. Es geht hier also nicht um die lückenlose Bearbeitung eines Sachgebiets, sondern um das selbständige Recherchieren und Verwerten von Informationen mit dem Ziel der eigenen fundierten Urteilsbildung. In unserem Projekt sollen vor allem die Möglichkeiten des Internets genutzt werden, wobei geeignete authentische Materialien von Firmen und Organisationen als Informationsquellen herangezogen werden sollen.

(<http://www.ipn.uni-kiel.de/parcis/index.html>)

Die Unterrichtsvorschläge (Fragestellungen) sind interdisziplinär angelegt, indem sie ökonomische, technische, gesellschaftliche und ökologische Aspekte miteinander verbinden. Es werden somit Bausteine bereitgestellt, mit denen kleine Gruppen von Lernenden Fragestellungen aus ihrer eigenen Lebenswelt kooperativ bearbeiten können. Dabei werden Aspekte von zeitgemäßer Allgemeinbildung gefördert, die zur Lebenskompetenz beitragen, wie Problemlösekompetenz, Informations- und Kommunikationskompetenz, Lernkompetenz, Teamfähigkeit etc.

Literatur

Bässler, H. (1997). Der Musikunterricht. Sein Beitrag zur Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(4), S. 44-48.

Baumert, J. & Lehmann, R. (1997). TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde. Opladen: Leske+Budrich.

Berck, K.-H. (1999). Zu wenig naturwissenschaftliche Allgemeinbildung (Scientific Literacy) im Unterricht? Zu: "Teaching Science - time to re-think our emphases". *MNU*, 52(7), S. 436-438.

BLK (1997). Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" (Vol. 60). Bonn: Bund-Länder Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung.

Bögeholz, S. (1997). Biologieunterricht und Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(6), S. 42-47.

Bulmahn, E. (1999). Vorwort. In Dohmen, G. (Ed.), *Weiterbildungsinstitutionen, Medien, Lernumwelten Rahmenbedingungen und Entwicklungshilfen für das selbstgesteuerte Lernen* (335). Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Cohen, I. B. & Watson, F. G. (Eds.). (1952). *General Education in Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In Resnick, L. B. (Ed.), *Knowing, learning and instruction* (S. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Deitering, F. G. (1995). *Selbstgesteuertes Lernen*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.

Dirks, U. (1997). Die geschlossenen Welten der Sprachschatz- und Grammatikarbeit. *Pädagogik*, 49(7-8), S. 73-77.

Freise, G. (1972). *Naturwissenschaften und Allgemeinbildung. Die Deutsche Schule*, 64, S. 170-178.

Frey, K. & Frey-Eiling, A. (1992). Fallstudien. In Frey, K. & Frey-Eiling, A. (Eds.), *Allgemeine Didaktik*. Zürich: vdf.

Gräber, W. (1992a). Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten. *Chemie in der Schule*, 39(10), S. 354-359.

Gräber, W. (1992b). Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. *Chemie in der Schule*, 39(7/8), S. 270-273.

Gräber, W. & Bolte, C. (Eds.). (1997). *Scientific Literacy. An International Symposium*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.

Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (2000). *Scientific Literacy – Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich.

Gräber, W. & Suhrbier, A. (1996). Der Science-Technology-Society-Ansatz als Rahmen für einen bildenden und interessefördernden Chemieunterricht. In Gräber, W. & Bolte, C. (Eds.), *Fachwissenschaft und Lebenswelt: Chemiedidaktische Forschung und Unterricht* (S. 109-144). Kiel: IPN.

Grammes, T. (1997). Lernfeld Gesellschaft/Politik und Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(3), S. 44-47.

Harms, N. C. (1977). *Project Synthesis: An interpretative consolidation of research identifying needs in natural science education*. Boulder, CO: University of Colorado.

Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998). *Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.

Häußler, P., Frey, K., Hoffmann, L., Rost, J. & Spada, H. (1988). *Physikalische Bildung für heute und morgen: Ergebnisse einer curricularen Delphi-Studie*. Kiel: IPN.

Häußler, P. & Lauterbach, R. (1976). *Ziele naturwissenschaftlichen Unterrichts: Zur Begründung inhaltlicher Entscheidungen*. Weinheim, Basel: Beltz.

Heymann, H. (1997a). Allgemeinbildung als Aufgabe der Schule und als Maß-Stab für Fachunterricht/Einführung. *Pädagogik*, 49(1), S. 42-45.

Heymann, H. (1997b). Mathematikunterricht und sein (möglicher) Beitrag zur Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(1), S. 46-49.

Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.

Holbrook, J. (1999). Teaching Science – time to rethink our emphases. *MNU*, 52(3), S. 131.

Lehrke, M. & Lind, G. (1976). Zur Messung sachbezogener Motivation. *Bildung und Erziehung*, 29(2), S. 152-155.

Miller, J. (1997). Civic Scientific Literacy in the United States: A Development Analysis from Middle-school through Adulthood. In Gräber, W. & Bolte, C. (Eds.), *Scientific Literacy* (S. 121-142). Kiel: IPN.

MNU (1984). Empfehlungen zur Gestaltung von Chemielehrplänen. *MNU*, 37(3), S. 161-166.

MNU (1994). Herausforderungen an einen zeitgemäßen Chemieunterricht. *MNU*, 47(7), S. IV-VIII.

Muckenfuß, H. (1995). Lernen im sinnstiftenden Kontext – Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen.

OECD (1999). Measuring student knowledge and skills (No. 50619 1999). Paris: OECD.

Parchmann, J., Demuth, R. & Ralle, B. (2000). Chemie im Kontext – Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen lebensweltorientierter Fragestellungen für den Unterricht der Sekundarstufe II. *MNU*, 53(3).

Robinson, S. B. (1967). Bildungsreform als Revision des Curriculum. Neuwied: Luchterhand.

Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1989). Science for All Americans: A Project 2061 Report. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

Schaefer, G. (1998). Was kann Biologieunterricht an Allgemeinbildung vermitteln? In Bayrhuber et al. (Ed.), *Biologie und Bildung* (S. 44-66). Kiel: IPN.

Schallies, M., Wellensiek, A. & Lembens, A. (1999). Technologien verstehen und beurteilen – Urteilskompetenz als didaktische und methodische Aufgabe am Beispiel der Gentechnik. Heidelberg: Uni Heidelberg/Arbeitsgruppe VIT/SET.

Schierz, M. (1997). Sportunterricht und sein (möglicher) Beitrag zur Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(5), S. 44-48.

Schwanitz, D. (1999). *Bildung. Alles, was man wissen muss.*: Frankfurt am Main: Eichborn.

Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.

Sjøberg, S. (1997). Scientific Literacy and School Science – Arguments and Second Thoughts. In Sjøberg, S. & Kallerud, E. (Eds.), *Science, Technology and Citizenship* (Vol. 7/97, S. 9-28). Oslo: Norsk institutt for studier av forskning og utdanning.

Sjøberg, S. & Imsen, G. (1988). Gender and science education. In Fensham, P. (Ed.), *Development and Dilemmas in science education*. London: Falmer Press.

Spinner, K. (1997). Der Beitrag des Deutschunterrichts zur Allgemeinbildung. *Pädagogik*, 49(2), S. 54-57.

Tenorth, H.-E. (1994). *Alle Alles zu Lehren. Möglichkeiten und Perspektiven allgemeiner Bildung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Unruh, T. (1999). *Grundwissen Allgemeinbildung*. Lichtenau: AOL-Verlag.

Yager, R. E. & Roy, R. (1993). STS: Most Pervasive and Most Radical of Reform Approaches to "Science" Education. In Yager, R. E. (Ed.), *The Science, Technology, Society Movement* (Vol. 7, S. 7-13). Washington, DC: NSTA, National Science Teacher Association.

Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ziman, J. (1994). The Rationale of STS Education is in the Approach. In Solomon, J. & Aikenhead, G. (Eds.), *STS Education. International Perspectives on Reform* (21-31). New York and London: Teachers College Press.

Hans Joachim Bezler

Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen Positionen einer neuen „Aufgabenkultur“ im naturwissenschaftlichen Unterricht

In der Folge des TIMSS-Schockes und in der Vorbereitung auf PISA wird in Deutschland allenthalben eine neue „Aufgabenkultur“ für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht gefordert.

Meist wird kritisiert, dass Leistungsüberprüfungen nur Wissenselemente aus zu kurzen Zeitabschnitten beinhalten, die zudem weder ausreichend vertikal vernetzt seien, noch prüfen, ob die „begrifflichen“ Anker und fachbezogenen Arbeitsweisen ausreichende Einsichten in die wesentlichen Problemstellungen des jeweiligen Faches ermöglichen.

Es werden Rückschlüsse auf die Methoden des Unterrichts vorgenommen und das zu häufig eingesetzte fragend-entwickelnde Unterrichtsverfahren verantwortlich gemacht.

Das BLK-Gutachten zur Vorbereitung des Programms zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“³ weist ein eigenes Modul (Modul 1) unterrichtsbezogener Maßnahmen aus, das sich mit der Weiterentwicklung dieser Aufgabenkultur befasst.

Die Expertise geht dabei von den Ansatzpunkten aus, dass

- die Unterrichtsführung überwiegend der Erarbeitung *einer* Lösung, *eines* Algorithmusses oder der Automatisierung *einer* Routine dient.
- die bisher gängige Übungspraxis wenig abwechslungsreiche Anwendungsaufgaben in unterschiedlichen Kontexten beinhaltet.
- es bisher kaum gelungen ist, länger zurück liegende Inhalte in den Unterricht zu integrieren, da eine relativ geringe Vernetzung der Themen bestehe.

³ BLK, Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 60: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, Bonn 1997

Peter Häußler und Gunter Lind⁴ vom IPN Kiel legen im Rahmen der BLK-Programmförderung umfangreiche Erläuterungen vor – allerdings bisher nur mit Beispielen für den Physikunterricht – wie eine Weiterentwicklung der Aufgabenkultur erreicht werden kann. Primäres Ziel müsse es sein, das Aufgaben-Lösen aus der mehr randständigen Position in das Zentrum des Unterrichts zu rücken. Sie beklagen dabei die schon von Wagenschein kritisierte Auffassung, dass das Einordnen von Wissen in die Systematik eines Faches gleichsam automatisch Verständnis impliziere und das Anwenden nur noch geübt werden müsse.

Ihre grundsätzlichen Aussagen können auf alle naturwissenschaftlichen Fächer übertragen werden.

Dass dabei zunächst von der Beachtung dieser Prämissen auszugehen sei, wenn konkretere Vorschläge als Bearbeitung im Sinne des Moduls 1 gesehen werden sollen, wird betont.

Auf der letzten Lehrplantagung für das Fach Chemie der Gesellschaft zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU)⁵ hat eine eigene Arbeitsgruppe mit dem Titel „Aufgabenkultur“ Positionen und Hinweise beschrieben, die für die Entwicklung und zum Umgang mit Aufgaben im Lernprozess bzw. bei der Leistungsüberprüfung empfohlen werden können. Die Diskussionsansätze und ihre Ergebnisse erscheinen ebenfalls auf andere naturwissenschaftliche Fächer übertragbar.

Im Bundesland Hessen wurde versucht, zur Qualitätssicherung unterrichtlicher Ergebnisse Aufgabenformate⁶ für einzelne Fächer und für einzelne Schulformen zu entwickeln, die auf der Basis des vorhandenen Lehrplans

⁴ Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN), Peter Häußler, Gunter Lind, BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ Erläuterungen zu Modul 1 mit Beispielen für den Physikunterricht;
Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht

⁵ Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.
Lehrplantagung Chemie vom 30.11.1999 bis 3.12.1999
Lehrplanempfehlungen veröffentlicht in MNU, 53, (3) 2000

⁶ z.B., Bezler, Bruder, Köhler, Krumm: Aufgabenformate zur Umsetzung des Rahmenplans Chemie, unveröffentlichtes Manuskript, Wiesbaden 1998

und in den Naturwissenschaften auf dem Hintergrund der TIMS-Studie Vorlagen und Beispiele liefern sollten, wie die Ergebnisse der Umsetzung des Lehrplans in den Schulen evaluiert werden können. Gleichzeitig wurden im Rahmen von jahrgangsbezogenen Handreichungen⁷ zur Umsetzung des Lehrplans kontextbezogene Aufgabenbeispiele geliefert, die exemplarisch den neuen Anspruch dokumentieren sollen.

Die Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung hat diese Diskussion in einer Fachtagung zur „Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen Unterricht“ aufgegriffen und eine Arbeitsgruppe mit dem Thema „Intelligentes Üben – Behalten – Überprüfen“ gebildet.

Der Friedrich-Verlag hat sein Jahresheft 2000 dem „Üben & Wiederholen“⁸ gewidmet. Das frühere Jahresheft 1996 „Prüfen und Beurteilen“⁹ erhält so, quasi zeitgeistkonform, die unerlässliche Ergänzung einer vollständigen Erfassung der Stellung „Aufgabe“ im Lernprozess.

Durch die deutlichere Betonung, allgemein Unterrichtsmethoden auf den Prüfstand zu stellen, insbesondere das Lernen lernen zu lassen, kommt nun auch, quasi didaktisch reduziert, dem Üben üben mehr Bedeutung zu. Im Allgemeinen konsent ist dabei die Vorstellung, dass hierfür ein größeres Zeitbudget zur Verfügung zu stellen ist¹⁰, als dies in bisherigen Planungsprozessen explizit festgeschrieben und durch Ausweisung der Inhalte des Unterrichts impliziert wurde. Dennoch ist es auch erforderlich, im Kontext einer fortwährenden Diskussion der Fächeranteile an den Stundentafeln die Steigerung der Effizienz des Lernens durch die Wahl geeigneter Aufgaben¹¹ zu erreichen.

Im Folgenden sollen einige der Diskussionsansätze und -beiträge dargestellt werden. Sie sollen anregen, den bisherigen Umgang mit Aufgaben im Unterricht und bei Leistungsfeststellungen zu überprüfen. Einige ausgewählte Beispiele könnten geeignet sein, Formulierungen bei selbst ge-

⁷ Bezler, Deuser, Koch, Sgoff, Thomas: Die Luft, Handreichung und Materialien zum Rahmenplan Chemie, Wiesbaden 1999

⁸ „Üben & Wiederholen“, Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

⁹ „Prüfen und Beurteilen“, Jahresheft 1996, Friedrich-Verlag, Seelze 1996

¹⁰ z.B. Köhler, G.: „Anschauungsmaterial auf dem Bildschirm“ in „Üben & Wiederholen“, Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

¹¹ Blum, W./Wiegand, B.: „Vertiefen und Vernetzen“ in „Üben & Wiederholen“, Jahresheft 2000, Friedrich-Verlag, Seelze 2000

wählten oder bei veröffentlichten Aufgaben hinsichtlich neuer Zielsetzungen zu untersuchen.

Aufgaben

- stellen und lösen sind wesentliche Teile des Lernprozesses.
- erarbeiten, üben und festigen Lerninhalte genauso wie die Fähigkeiten und Fertigkeiten, mit ihnen umzugehen.
- werden einzelnen Phasen des Lernens zugeordnet und erhalten dann unterschiedliche Bedeutungen und Funktionen.
- dienen aber auch - manche meinen wohl vor allem - der Überprüfung von Leistung.

Die folgende Übersicht kann in der Akkumulation von Begriffen anregen, auf die Vielschichtigkeit aufmerksam zu werden. Sie regt aber auch an, abzugrenzen.

Aufgaben

Intelligentes Üben - Behalten – Überprüfen



Grafik 1: Begriffliche Kontexte

Aufgaben sind geeignet, um die unmittelbare Auseinandersetzung der Lernenden mit den Lerngegenständen und den Methoden des Lernens zu gewährleisten. Hierbei werden unterschiedliche und jeweils geeignete Aufgabenformate zu wählen sein. Beiden Orientierungen gemeinsam ist

ihr Ausgangspunkt für die Planung und das Begehen der weiteren Lernschritte.

Auf der MNU-Tagung¹² wurde deutlich, dass zur Entwicklung einer neuen Aufgabenkultur die Auseinandersetzung mit den folgenden Fragen notwendig ist:

- Was bedeuten das Lernen und die Lernkultur heute?
- Wie sind die neuen Medien sinnvoll einzubeziehen?
und
- Wie kann die Wechselbeziehung zwischen der Kooperation und Konkurrenz als gemeinsamen Prinzipien der Lebenspraxis insbesondere bei Aufgaben für Schülergruppen verwirklicht werden?

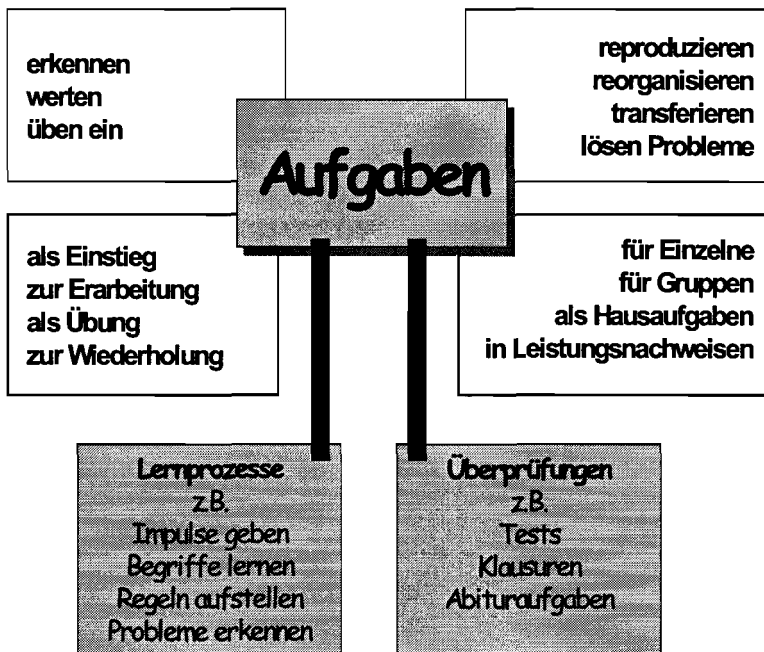
Sie fordert auch:

„Aufgaben dienen (...) einerseits der Überprüfung des Lernerfolgs und andererseits der Förderung des Lernprozesses. Beide Aspekte sollen im Unterricht bewusst unterschieden werden. Lernprozesse können gestört werden, wenn die Lernenden das Empfinden haben, dass mit dem Bearbeiten von Aufgaben gleichzeitig eine Leistungskontrolle erfolgt. Erhebungen des Lernstandes als Hilfsmittel im Prozess des Lernens dürfen daher nicht mit Verfahren der Überprüfung verwechselt werden.“¹³

¹² s. Fußnote 5 – AG Bezler, Gröger, Scharf

¹³ s. Fußnote 5

Die folgende Darstellung verdeutlicht diese Position und versucht gleichzeitig die inhaltlichen Zusammenhänge zu erfassen:



Grafik 2: Inhaltliche und methodische Differenzierung von Aufgaben in der Schulpraxis¹⁴

Überprüft man die Skripte des traditionellen naturwissenschaftlichen Unterrichts, so dominiert das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch. Der oder die Lehrende leitet, organisiert, fordert □ und fördert bisweilen, vor allem wertet er oder sie. Die Beiträge der Lernenden dienen in dieser Organisationsform und bei diesem Prozess der Erkenntnisgewinnung scheinbar primär der Zielfindung. Wahrgenommen und wohl auch gewollt werden sie als wesentliche Grundlage zur Beurteilung der Leistung des Einzelnen. Wenn ca. zwei Drittel der Gesamtbeurteilung von Schüle-

¹⁴ s. Fußnote 5

rinnen und Schülern den nicht-schriftlichen Teil der Überprüfung ausmachen, sollte auch eine entsprechende Vielfalt zugrunde gelegt werden.

Aufgabenstellungen im Kontext der Förderung selbständigen Lernens lassen eine Trennung von Lernen und Überprüfen viel eher zu, wenn das reichhaltige Angebot an Methoden (Mindmapping, an Stationen lernen, Puzzles, Projekte, Planspiele, Referate u.a.) genutzt wird. Dabei kann deutlicher eingegangen werden auf die Individualität des Einzelnen.

Nicht neu ist, aber zunehmend akzeptiert wird nämlich die Bedeutung des Lerntyps und seine spezielle Organisation des Lernprozesses. Unterschiedliche Voraussetzungen gilt es transparent zu machen. Dadurch wird die Eigenverantwortung und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit gestärkt.

Über Methoden und Aufgabenstellungen ein entsprechendes Lernangebot zu schaffen, ist eine wichtige Voraussetzung, um die vielfältigen Sozialisationseinflüsse als fremdbestimmende Faktoren auszugleichen. Bedingt durch nichtschulische Lernangebote sind Vorwissen wie Fähigkeiten und Fertigkeiten für einen jeweiligen Lernschritt unterschiedlich. In den Naturwissenschaften kommt wesentlich hinzu, dass die Alltagsvorstellungen und ihre Darlegung in der Alltagssprache zunehmend fachwissenschaftlich gedeutet und mit den jeweiligen Fachbegriffen versehen werden müssen.

Dabei muss das Suchen nach alternativen Lösungsstrategien und Lösungswegen gestärkt werden. Die vielfältige Funktion des Experimentes für einen Erkenntnisprozess gilt es auch hier zu reflektieren. Im Sinne einer vertikalen Verknüpfung und einer horizontalen Vernetzung von Lerninhalten muss Wissen konsolidiert und flexibel, d.h. problemorientiert, eingesetzt werden können.

Die zunehmenden Angebote der neuen Medien müssen in ihrer Vielfalt erst erkannt und vor allem bewertet werden. Dies gilt für die Informationsbeschaffung genauso wie für die Präsentation der Ergebnisse von Arbeitsaufträgen.

Aufgabenstellungen haben diesen genannten Aspekten Rechnung zu tragen.

Die im Allgemeinen aufgestellte, jedoch stark verkürzte Forderung als Ergebnis der TIMS-Studie, Aufgabenstellungen müssten „offener“ formuliert werden, greifen Häußler und Lind¹⁵ auf, stellen jedoch als

muliert werden, greifen Häußler und Lind¹⁵ auf, stellen jedoch als wesentlichen Differenzierungsansatz vier Fragen als Strukturierungshilfe:

1. Wie kann die Einbettung von Aufgaben in den Unterricht verbessert werden?
2. Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Lösungswegen entwickelt werden?
3. Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Kontexten formuliert werden?
4. Wie kann in Aufgaben länger zurückliegender Stoff wiederholt und mit neuem Unterrichtsstoff verknüpft werden?

Die grundsätzlichste Frage mit der weitreichendsten Bedeutung ist: Wie kann die Einbettung von Aufgaben in den Unterricht verbessert werden?

Geht man von der Prämisse aus, dass prinzipiell jeder Unterrichtsphase Aufgaben zugeordnet werden können, werden entsprechend ihren unterschiedlichen Funktionen auch unterschiedliche Formate notwendig. Gemeinsam ist allen Phasen die Stärkung der Funktion.

Zu unterscheiden wäre jedoch, ob z.B. Aufgaben einer übenden Wissensakkumulation dienen und dabei ein vertikaler Lernaufbau intendiert wird. Solche Aufgabenstellungen unterscheiden sich deutlich von denen, die horizontal vernetzend und damit fächerverbindenden Charakter aufweisen.

Insbesondere bei Hausaufgaben kann in vielfältigerer Weise auf unterschiedliche Schwerpunkte eingegangen werden. Durch die beabsichtigte Individualität des Ansatzes können auch unterschiedliche Lernausgangslagen und Lerntypen berücksichtigt werden. Erforderlich ist die Entwicklung eines Aufgabenpools, auf den in geeigneter Weise vom Lernenden selbst zugegriffen werden kann.

¹⁵ s. Fußnote 4

Häußler und Lind meinen,

„der Glaube, daß Hausaufgaben für den Lernfortschritt förderlich, wenn nicht sogar unabdingbar sind, ist bei Eltern, Schülern und Lehrkräften sehr weit verbreitet, und das, obwohl man seit über dreißig Jahren aus zahlreichen Untersuchungen weiß, dass Hausaufgaben in der Art, wie sie gestellt, bearbeitet und von der Lehrkraft (eher nicht) kontrolliert werden, einen verschwindend geringen Einfluss auf den Lernerfolg haben.“¹⁶

Da aus Untersuchungen bekannt sei, wie die Effektivität von Hausaufgaben verbessert werden könnte, empfehlen sie die Beachtung der folgenden Aspekte:

Hausaufgaben sollen

- eine sinnvolle Funktion als Teil des Unterrichtsprozesses einnehmen,
- die individuellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen,
- von den Lernenden als sinnvoll und hilfreich für ihren Lernprozess erkannt werden,
- kontrolliert und mit einer individuellen Rückmeldung versehen werden.

¹⁶ s. Fußnote 4

Unterrichtsphase	Funktion der Aufgaben
Einstiegsphase	Motivierung, sich die Mittel zu erarbeiten, die zum Lösen erforderlich sind
Erarbeitungsphase	Unterstützung des Lernprozesses durch Umwandlung einzelner Wissensbausteine in anwendungsfähiges, lebendiges Wissen
Übungsphase	Festigen des Gelernten und Übertragen auf neue Anwendungen
Wiederholungsphase	Vernetzung des neu Gelernten mit früher gelerntem Stoff
Individualphase	Anpassung an individuellen Lernfortschritt
Gruppenunterricht	Möglichkeiten zu wechselseitigem Helfen und Lehren
Hausaufgaben	Anpassung an individuellen Lernfortschritt
Leistungsnachweis	Tests, Klassenarbeiten, Prüfungen
Reduzierung der fragend-entwickelnden Anteile	Zentrale und periphere Aufgabengruppen als Leitlinie der Unterrichtsorganisation

Tabelle 1 (nach Häußler/Lind)¹⁷

Für die Formulierung und Zuordnung von Aufgaben müsse dabei gelten, dass eine Weiterentwicklung

„des klassischen, auf die Begriffe, Regeln und Gesetze der Disziplin bezogenen Typs in Richtung auf eine reflektiertere Praxis des Übens, Übertragens und Wiederholens zu erfolgen habe. Außerdem müssen kreativ Aufgaben formuliert werden, die etwas mit der Bedeutung der Naturwissenschaften in unserer Zeit und mit den Chancen und Risiken ihrer Nutzung zu tun haben.“¹⁸

Auch Häußler und Lind fordern bei der Reflexion der Aufgabenkultur eine Stärkung

¹⁷ s. Fußnote 4

¹⁸ s. Fußnote 4

„unterrichtsmethodischer Maßnahmen, die bei der Beschäftigung mit Aufgaben Kooperation, Eigenverantwortung und Selbstvertrauen fördern“¹⁹.

Die folgende Aufgabe soll hier als Beispiel genannt werden. Der Einsatz einer solchen Aufgabe ist an verschiedenen Stellen des Lernprozesses möglich. Ergebnisse hängen von den unterschiedlichen Lernstandsvoraussetzungen und anderen weiteren Erfahrungen ab.

Eine solche Aufgabenstellung fordert die Lernenden auch heraus, sich mit scheinbar fachfremden Aspekten flankierend zu beschäftigen und diese dann sachlich korrekt in den Kontext einzubinden. Die Aufgabenstellung soll außerdem eine sprachlich angemessene Darstellung fördern. Die häufig beobachtete rudimentäre Kommunikationskultur eines fragend-entwickelnden Unterrichts befördert mit ihrer methodischen Dominanz mangelnde Darstellungen von fachlichen Zusammenhängen auch und gerade in den Naturwissenschaften.

Eine mögliche und tatsächlich von einer Schülerin erfolgten Antwort zur gestellten Aufgabe wird beigelegt.

Aufgabe (1):

Fertige aus den folgenden Begriffen eine Unfallmeldung.

94 Vol% □ Entzündung – Fete – Feuerwehr – Fondue leichtentzündlich – Spiritus – Wasser

Lösungsbeispiel:

Mutprobe mit verheerenden Folgen

Die Mutprobe auf einer Fete hatte verheerende Folgen. Zwei Jungs sind schwer verletzt und drei Mädchen erlitten leichte Verbrennungen. Während des Fondueessens entschlossen sich die Jungs, eine Mutprobe zu machen. Sie wollten Spiritus so lange wie möglich gurkeln. Eine Minute lang ging alles gut, doch dann verschluckte sich einer der Jungs am 94 Vol-%igen Spiritus. Er spuckte den restlichen

¹⁹ s. Fußnote 4

Spiritus aus □ genau über die Fonduebrennerflamme. Durch die Stichflamme entzündete sich auch das Fett im Fonduetopf. Die anderen Jungs versuchten sofort mit Wasser zu löschen, wodurch explosive Reaktionen auftraten.

Die herbeigerufene Feuerwehr fand den Jungen mit lebensbedrohlichen Verbrennungen. Andere litten an Verätzungen des Rachens und drohen zu erblinden.

Die Mädchen haben zum Glück nur leichtere Verbrennungen. Die Feuerwehr betonte nochmals, daß in die Nähe einer Flamme keine leichtentzündlichen Stoffe gehören und die Spiritusflammen nicht mit Wasser gelöscht werden dürfen, da dies zu einer Stichflamme oder Explosion führen kann.

aus: TAGBLATT vom 19.12.1998

Für die Mathematik kann eine vergleichbare Aufgabe (2) exemplarisch genannt werden, die von Blum/Wiegand²⁰ aus Herget/Scholz²¹ zitiert wird und für eine Klasse 7 formuliert wurde. Dabei können der Prozentbegriff und die Bruchzahlen aufgegriffen, problematisiert und durch ihre Vernetzung mit einem Anwendungsbeispiel geübt werden.

Gegeben ist folgender Zeitungsausschnitt. Nimm dazu Stellung.

Schnellfahrer

Fuhr vor einigen Jahren noch jeder zehnte Autofahrer zu schnell, so ist es mittlerweile heute „nur noch“ jeder fünfte. Doch auch fünf Prozent sind zu viele, und so wird weiterhin kontrolliert, und die Schnellfahrer haben zu zahlen.

Ein anderes Beispiel dokumentiert den Zusammenhang mit der Unterrichtsmethode.

Das folgende Aufgabenbeispiel (3)²² wurde innerhalb der Freiarbeit eingesetzt und kann als Beitrag zu den „egg-races“ verstanden werden:

²⁰ s. Fußnote 11

²¹ Herget, W./Scholz, D.: Die etwas andere Aufgabe □ aus der Zeitung, Velber 1998

²² Auszug aus einem Briefwechsel mit dem Kollegen G. Kuhn im Auslandsschuldienst, Singapur/Frankfurt 1997

Baue eine Rakete aus einer Brausetablette.

Voraus ging das Lernen an Stationen (Reaktion von kalkhaltigen Substanzen mit Säure, CO₂-Nachweis, Hirschhornsalz, Backpulver, Feuerlöcher, Sprudelwasser, Brausetablette).

"Die Stationen hatte ich verkürzt und es waren nicht so viele, so daß die Schüler nach ungefähr 3 – 4 Stunden fertig waren.

Ein Protokoll über die Stationen wurde benotet."²³

Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Lösungswegen entwickelt werden?

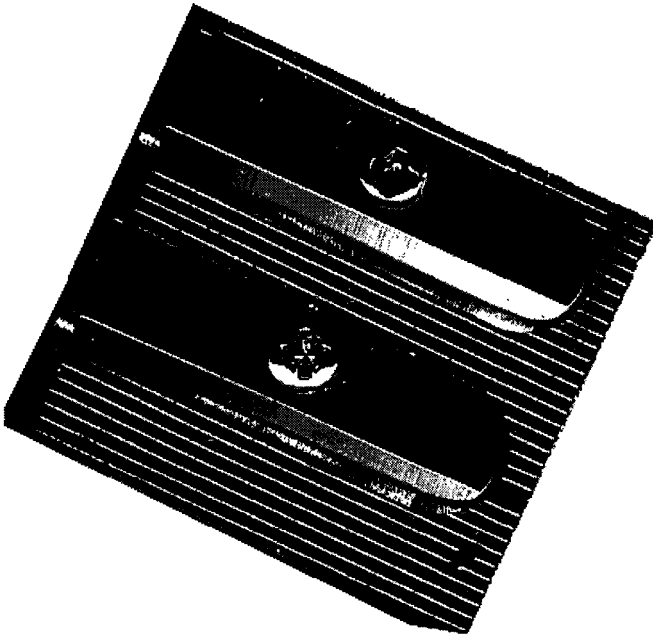
Unterschiedliche Lösungsansätze und Lösungswege zulassen bedeutet den primären Verzicht auf das Einüben oder Überprüfen spezieller Methoden. Durch konkretisierende Formulierungen werden häufig einseitige Lösungswege vorgegeben (grafische Darstellung, Formulierung eines Reaktionsschemas, Berechnung etc.), die den Ausschluss anderer implizieren und scheinbar entweder eine Hilfe darstellen sollen oder auf die für die Naturwissenschaften typische Exaktheit aufmerksam machen sollen. Häufig meint man einen formelhaften Umgang und algebraische Ansätze.

In der Mathematik und Physik erscheint das Erkennen unterschiedlicher Lösungswege einfacher zu sein als in den Disziplinen Chemie und Biologie. So können unterschiedliche physikalische Prinzipien herangezogen werden, wenn zum Beispiel manche Mechanikaufgaben entweder durch Lösen der Bewegungsgleichung oder mit Hilfe von Erhaltungssätzen gelöst werden sollen. Das Erkennen, welcher Weg einfacher oder eleganter ist, erfordert Problemverständnis und Durchdringung der Zusammenhänge. Schülerinnen und Schüler können solche Voraussetzungen allenfalls zum Ende ihrer schulischen Ausbildung in exemplarischen Aspekten erreichen.

Aufgaben mit hohem „kreativen“ Anteil sind solche, bei denen Produkte hergestellt werden sollen. Die Chemie, insbesondere in ihrer „organischen Chemie“, hatte hier traditionell schon immer einen Schwerpunkt. Zur Einübung können anfangs Aufgaben gestellt werden, bei denen experimentelle und theoretische Lösungswege beschritten und verknüpft werden.

²³ s. Fußnote 22

Als einfaches Beispiel möge die folgende Aufgabenstellung (4) dienen:



Wie kann festgestellt werden, ob der „Spitzer“ aus verschiedenen Metallen besteht? Welches Metall ist oder welche Metalle sind es?

Der Lösungsweg kann im Team diskutiert werden (Was muss untersucht werden, die einzelnen Bestandteile? Ist eine Demontage erforderlich oder gerade nicht sinnvoll? Müssen Ergebnisse mit Literaturwerten verglichen werden?...))

Später müssen Synthesewege als Lösungswege gefunden werden. Dabei muss nur noch das Produkt genannt werden. Edukte und Verfahren können ausgewählt, Bewertungen auch unter Einbeziehung fachfremder Aspekte erfolgen.

Häußler/Lind schlagen die Entwicklung von Aufgaben vor, die unterschiedliche Lösungswege hauptsächlich in Richtung unterschiedlicher

Lösungsmodi zulassen. Den qualitativen, halbquantitativen, graphischen oder pragmatisch-unorthodoxen Lösungen sollte dabei besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Im Kontext industrieller Produktentwicklung im Team, in dem Techniker, Naturwissenschaftler, Betriebswirte, Designer und Marketingfachleute zusammenarbeiten, erscheint gerade dieser Aufgabentyp eine geeignete Erweiterung von Lösungssichtweisen zu ermöglichen.

Wie können Aufgaben mit unterschiedlichen Kontexten formuliert werden?

Häußler und Lind²⁴ sprechen bei Aufgaben dieses Typs von einer Unterscheidung in eine „Tiefenstruktur“ und eine „Oberflächenstruktur“. Mit Tiefenstruktur ist das zugrundeliegende Prinzip gemeint, das zur Herbeiführung der Lösung sinngemäß anzuwenden wäre. Die Oberflächenstruktur beinhaltet dagegen die konkreten in der Aufgabe beschriebenen Objekte. Aufgaben mit variierenden Kontexten meinen also solche, bei denen die gleiche Tiefenstruktur, aber eine unterschiedliche Oberflächenstruktur vorliegt.

Sie führen ein Beispiel an:

Im Unterricht sei das dritte Newton'sche Axiom behandelt und es seien entsprechende Aufgaben gelöst worden (z.B. die wechselseitige Anziehung zwischen Erde und Mond oder die wechselseitige Anziehung zwischen zwei auf Skateboards stehenden Kindern, von denen das eine das andere mit einem Seil zu sich heranzieht und dabei selber zum anderen gezogen wird). In diesen Aufgaben wäre $actio=reactio$ die Tiefenstruktur und Mond und Erde bzw. Kinder, Skateboards und Seil Teile der Oberflächenstruktur.

Gerade die Einbindung solcher Aufgaben in den Lernprozess kann Üben als intelligent qualifizieren. Erst das Lernen in immer neuen Kontexten führt zu wirklichem Verständnis und damit zum Behalten. Um allmählich die Fähigkeit zu entwickeln, bei unterschiedlichen Aufgabenstellungen eine eventuelle gemeinsame Tiefenstruktur zu erkennen, muss das „Ausblenden können“ der Oberflächenstruktur schon früh geübt werden. Die

²⁴ s. Fußnote 4

Interessenforschung hat dabei eine Reihe von Kontexten ermittelt, die als „Einkleidung“ gleichzeitig die Motivation zum Aufgaben lösen erhöhen.

Die Aufgabe (1) könnte auch als ein Beispiel für diesen Aufgabentyp genannt werden, der sich mit der Wirkung brennbarer Stoffe beschäftigen sollte.

Alleine die Vielzahl an kreativen Antworten dokumentiert die Versuche, unter Zugrundlegung einer ermittelten Tiefenstruktur, weitere Kontexte aus anderen Erfahrungsbereichen mit einzubinden.

Wie kann in Aufgaben länger zurückliegender Stoff wiederholt und mit neuem Unterrichtsstoff verknüpft werden?

Die BLK-Expertise beklagt eine „relativ geringe vertikale Vernetztheit der Themen und Stoffe des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“.

Aufgaben, die zurückliegende Themen und Inhalte wiederholen und mit aktuellen Fragestellungen verknüpfen sollen, können jedoch erst dann gestellt werden, wenn curricular und formal solches Handeln erwünscht ist. Strukturen in Lehrplänen, die Jahrgangsstufen oder Halbjahren Themen zuweisen, die eine hinreichende Vernetzung beinhalten, ermöglichen eher Sichtweisen über den vordergründig fachlichen Kontext hinaus. Aber auch eine vertikale Vernetzung begrifflicher Anker und das dadurch erreichbare Verständnis wesentlicher fachlicher Prinzipien (z.B. Donator-Akzeptor-Prinzip, Energieerhaltung etc.) werden durch die Anführung eines Stoff- oder Lernzielkataloges, wie dies noch in früheren Lehrplänen üblich war, eher behindert.

Modernen Lehrplänen liegen daher Ansätze zugrunde, die die Formulierung von fachlichen Leitlinien beinhalten. So empfiehlt die MNU²⁵ z.B. für die Chemie-Lehrpläne der Sekundarstufe I die folgenden Leitlinien mit Erschließungsbereichen (Alltag/Lebenswelt, Fachwissenschaft Chemie, Natur/Umwelt, Technik, weitere Erfahrungsbereiche) und pädagogischen Leitlinien zu verknüpfen:

²⁵ s. Fußnote 5

- Arbeitsweisen der Chemie
- Stoffe, Eigenschaften und Stoffgruppen
- Struktur und Eigenschaften
- Teilchen zwischen Vorstellung und Realität; erste differenzierte Atom- und Bindungsmodelle
- chemische Reaktion: Veränderung auf Stoff- und Teilchenebene, Formelsprache, energetischer und zeitlicher Verlauf
- Erkennen von Ordnungsprinzipien für Stoffe und Reaktionen

Wenn dann noch durch Änderungen von Rechtsvorschriften auch in Überprüfungen auf frühere Unterrichtseinheiten inhaltlich Bezug genommen werden darf, können in allen Bereichen Aufgaben dieses Typs eingesetzt werden.

Die folgende Aufgabe (5) kann z.B. im Chemieunterricht einer 9. Jahrgangsstufe gestellt werden, wenn das Rahmenthema „Luft“²⁶ lautet:

Erstelle für das „Kreislaufgeschehen in der Atmosphäre“ mit Hilfe der einzufügenden Begriffe ein Beziehungsnetz.

Schlüsselbegriffe:

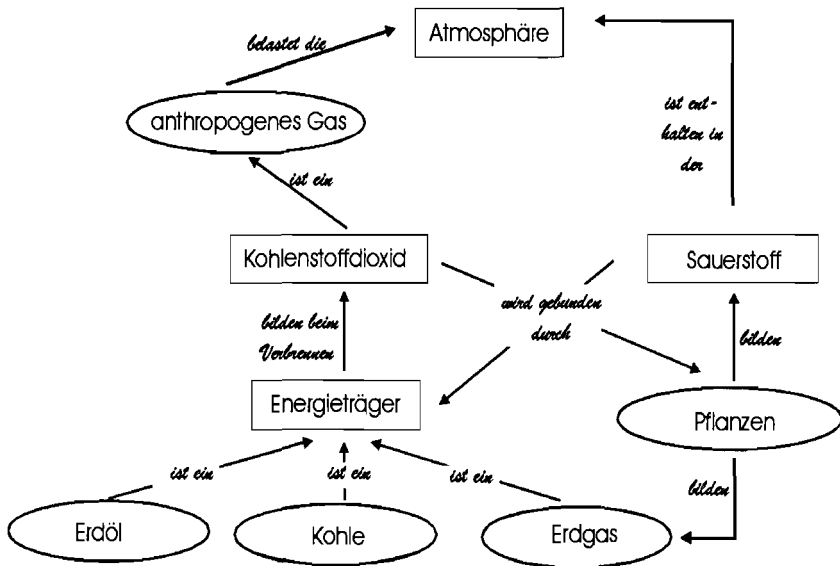
- KOHLENSTOFFDIOXID
- SAUERSTOFF
- ENERGIETRÄGER
- ATMOSPHERE

Begriffe, die einzufügen sind

- KOHLE
- ERDÖL
- ERDGAS
- ANTHROPOGENES GAS

²⁶ s. Fußnote 7

Das folgende Beziehungsnetz könnte sich ergeben:



Die entscheidende Frage, die sich Kolleginnen und Kollegen stellen, die für „best practice“ im Lernprozess verantwortlich sind, ist die Frage nach der Realisierung neuer Ansätze. Häufig hängt von einer überzeugenden Antwort gleichsam in Rückkopplung die Akzeptanz der Problemstellung überhaupt und eine konsente Lösungsstrategie ab.

„Womit könnten die Arbeitsgruppen in den Schulen beginnen?“ fragen daher ganz pragmatisch Häußler und Lind²⁷ und liefern handlungsanleitend gleich einen leistungsfähigen Fragenkatalog mit, auf dessen Basis die folgende Aufstellung entstanden ist:

²⁷ s. Fußnote 4

Bestandsaufnahme:

- Welche Aufgaben wurden bisher in einer bestimmten Unterrichtseinheit benutzt? (Erstellen eines themenorientierten Aufgabenkatalogs, Sammlung aller Leistungsüberprüfungen.)
- Welche Ziele wurden im Unterricht damit verfolgt?
- Welchem Typus konnten diese Aufgaben zugeordnet werden? (Eher fachspezifisch oder fachübergreifend, z.B. die Bedeutung, Chancen und Risiken der Naturwissenschaften betreffend.)
- In welchem unterrichtlichen Zusammenhang (Einstieg, Erarbeitung, Übung, Wiederholung, Stillarbeit, Gruppenarbeit, Hausaufgaben, Leistungsnachweis) standen diese Aufgaben in erster Linie?
- Welchen Teil der Unterrichtszeit nehmen Aufgaben ein?
- Welche Aufgaben haben sich generell als leicht, welche als besonders schwierig erwiesen?
- Welche Fehler wurden hauptsächlich gemacht?
- Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um das Lösen von Aufgaben zu erleichtern?

Differenzierte Ansätze einer neuen Aufgabenkultur

1. Der zukünftige Umgang mit Aufgaben:

- In welcher Unterrichtseinheit können zuerst neue Aufgabentypen erprobt werden?
- Wie können die bisherigen Aufgaben zu dieser Einheit ergänzt oder verändert werden?
- Wie kann der Stellenwert der Aufgaben vergrößert werden?
- Wie können diese Aufgaben im Hinblick auf unterschiedliche Lösungswege, unterschiedliche Anwendungskontexte und die Verknüpfung von altem und neuem Unterrichtsstoff ergänzt oder verändert werden?
- Wie können diese Aufgaben im Hinblick auf unterschiedliche Unterrichtsphasen ergänzt oder verändert werden?
- Welche dieser Aufgaben wären geeignet, anhand von mehr oder weniger ausgearbeiteten Lösungsbeispielen, den Schülerinnen und Schülern das Lösen von Aufgaben zu erleichtern?

2. Die Entwicklung von Aufgabensequenzen:

- Wie kann die Behandlung eines neuen Themas und die Verwendung bestimmter Methoden (Wochenplanarbeit, Freiarbeit, Lernen an Stationen etc.) mit der Bearbeitung von geeigneten Aufgaben verbunden werden?
- Welches Teilgebiet im einzelnen Fach eignet sich besonders für die schrittweise Hinführung zur Quantifizierung beim Aufgabenlösen? (Entwicklung von Aufgaben mit halbquantitativen Lösungen und von Aufgaben, die sich graphisch lösen lassen; quantitative Betrachtungen ohne Formeln.)
- Welche zeitlichen und methodischen Schritte sind erforderlich, um in einer bestimmten Lerngruppe zu Problem lösenden Aufgaben übergehen zu können?
- Wie können Aufgaben zur Einübung des Basiswissens unter Beachtung notwendiger innerer Differenzierung entwickelt werden? (Beachtung unterschiedlicher Lerntypen und unterschiedlicher Lerngeschwindigkeiten.)
- Wie können Aufgaben entwickelt werden, die qualitativ und quantitativ weitere Inhalte erschließen?

3. Informationen über die individuellen Bedingungen beim Aufgaben lösen:

- Wie können Informationen über die Schwierigkeiten erhalten werden, mit denen Schülerinnen und Schüler beim Lösen einer Aufgabe konfrontiert sind (z.B. durch Aufforderung zum lauten Denken, durch Interviews, durch Aufgabensequenzen mit schrittweise erhöhter Schwierigkeit)?
- Wie viel erklärender Text in den Lösungsbeispielen ist für welche Schülergruppe optimal?
- Wie könnte ein Förderprogramm für das Selbsterklären aussehen?
- Wie ließen sich Teilaspekte thematisch verwandter Module (z.B. „Aus Fehlern lernen“, „Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: kumulatives Lernen“, „Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern“, „Verantwortung für das eigene Lernen stärken“ und „Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs“) bei der Entwicklung der neuen Aufgabenkultur berücksichtigen?

4. Kommunikation und Evaluation:

- Welche Anregungen für die Ergänzung oder die Veränderung von Aufgaben können durch bereits vorhandene Veröffentlichungen erfolgen?
- Welche Schülerwettbewerbe können einbezogen werden?
- Welchen Referenten in einem Landesinstitut oder welche Hochschullehrer können für eine Zusammenarbeit gewonnen werden?
- Welche Möglichkeiten bestehen, mit anderen Schulen, die an der gleichen Problematik arbeiten, z.B. über das Internet zu kommunizieren und Arbeitsergebnisse auszutauschen?
- Wie können die eigenen Arbeitsergebnisse aufbereitet werden, damit sie von anderen genutzt werden können?
- Welche Fachliteratur wäre geeignet, in speziellen Fragen weiterzuhelfen?

Vielleicht lassen sich Kolleginnen und Kollegen aller Schulformen von der vorstehenden Zusammenstellung motivieren.

Von der Bereitschaft, den Aufgaben im Lernprozess einen neuen und bedeutenderen Stellenwert zukommen zu lassen, wird es ganz wesentlich abhängen, ob der naturwissenschaftliche Unterricht nicht nur im Vergleich zu anderen Ländern, sondern vor allem mit Blick auf die vielfältigeren Berufsbilder und ihren relevanten Schlüsselqualifikationen zukünftig qualifiziertere Ergebnisse vorweisen kann.

Birgitta Krumm

Berichte aus den Arbeitskreisen

Arbeitskreis B: Selbständiges und kooperatives Arbeiten – welche Möglichkeiten gibt es und welche Bedeutung kann dies im naturwissenschaftlichen Unterricht haben?

Leitung: Birgitta Krumm, OStD i.R.

"Es gilt, Schüler aus dem Passivum ins Activum zu übersetzen. Nicht übermittelt und übernommen sondern erarbeitet sollen die Unterrichtsstoffe werden, sodass Lernen zum Beruf des Schülers wird" (Hugo Gaudig zitiert in O. Scheibner 1962) oder heute formuliert: "Don't preach facts – stimulate acts".

Folgendes Schema zeigt die ganze Breite der zugehörigen Forderungen:
(aus Thillm 23, S. 8)



Die Frage, wie man dies vermittelt und erreicht, beschäftigt Didaktiker in allen Bereichen von Hochschule und Schule.

Die Schulleistungsstudien TIMS II und III sowie die angelaufenen Untersuchungen des PISA-Programmes stellen folgende Anforderungen deutlich heraus:

Das Beherrschen von Prozessen

Das Verstehen von Konzepten

Das Anwenden auf wechselnde Situationen

In diesem Arbeitskreis wird deshalb die Frage gestellt, wie man einerseits selbständiges, selbstgesteuertes und andererseits kooperatives Arbeiten im Unterricht erreichen kann; welche Unterrichtsmethoden hierfür geeignet sind und gefordert werden müssen.

Folgendes Schema wurde in der Diskussion entwickelt:

Die Entwicklung einer Lernkultur

Selbständig/selbst gesteuert	kooperativ
individuelle Lern- und Lösungswege anregen	Verständigen üben
erfordert Lern- und Arbeitstechniken zur Selbstorganisation	Zusammentragen von Teilfragen als Bausteine
Zeiteinteilung (eigenes Lerntempo kennen)	Erfordert geeignete Arrangements ("organisieren können")
Fragen verstehen, finden, Ziel erkennen	Partnerschaftliche Rolle als wesentlich erleben
Entwicklung und Fortschritt eigenen Könnens (Kompetenzzuwachs) so oft wie möglich erlebbar machen	

Daraus kann sich Selbstbewusstsein entwickeln.

Die Überlegungen zu den Unterrichtsmethoden lassen sich verschieden strukturieren:

1. Nach Arbeitsschritten:

von der Suche nach dem Ziel, dem Erkennen der Thematik bis zur Präsentation

Im Mittelpunkt der Arbeit sollen stehen:

- Methoden des individuellen Arbeitens und
- Methoden der Zusammenarbeit

Zum Beispiel:

Methoden der zielgerichteten Suche, Auswahl und Anwendung von Informationen, Hilfs- und Arbeitsmitteln

Methoden des Ordnen und Speicherns von Informationen

Methoden des Transfers von Informationen

Methoden des Erkennens, Prüfens, Lösen von Problemen und der Überprüfung der Lösungen

Methoden der Reflexion eigener und fremder Arbeit

Methoden der Präsentation, Verteidigung und Anwendung von Arbeitsergebnissen.

Die Auswahl der anzuwendenden Methoden sollte exemplarischen Charakter haben.

2. Die unterrichtsmethodischen Verfahren lassen sich nach Verwendung beim Start, beim Lösungsprozess und bei der Ergebnisfeststellung richten. Die Frage, welches Verfahren sich für unser Ziel bei unseren Voraussetzungen und Möglichkeiten am besten eignet, muss die Auswahl und Anwendung leiten.

Für den Beginn:

Brainstorming

Mindmapping

Clustering

Texte / Reklame

Sprech-, Denkblasen schreiben

sächliche Motivationen u.ä.

Für den Lösungsprozess:

Gruppen-, Partner-, Einzelarbeit

Lernen an Stationen

Gruppenpuzzle

Wochenplan, Projektarbeit

Expertenbefragung, Betriebsbesichtigung

Tagebuch, Logbuch, Portfolios

Planspiel, Rollenspiel

Neue Medien: geeignete Software, Internetnutzung

Für die Ergebnisdarstellung:

Präsentationsformen: Referate, Ausstellung, Modelle, Szenen.

Rollen- und Planspiel

Podiumsdiskussion

3. Hier sollen noch andere Überlegungen ins Blickfeld genommen werden, um die Forderungen des PISA-Projektes bewusst zu machen.

Das Beherrschen von Prozessen bedeutet

a) an Problemen lernen

Das Verstehen von Konzepten gelingt nur bei

b) Anknüpfen an die Vorerfahrungen von Schülern und Schülerinnen und

c) Erreichen von Vorstellungswechsel (Conceptual Change)

Das Anwenden auf wechselnde Situationen erfordert

d) das Entwickeln von Sozial- und Ichkompetenz

e) das Wecken von langfristigem Interesse

f) fachübergreifendes und fächerverbindendes Denken in verschiedenen Zusammenhängen (Cross-Curricular-Competencies).

Zu 3 a):

Zentrale Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist das problemorientierte Lernen. Natürlich lässt sich eine Unterrichtsstunde oder kürzere wie längere Phasen als "forschender" oder "problemlösender"

Unterricht auch durch entsprechend vom Lehrer geleiteten fragend-entwickelnden Ablauf demonstrieren. Die Frage ist jedoch, ob instruktiv geführter Unterricht zur ausreichenden Schulung des Einzelnen führt, ob dadurch Problemlösestrategien tatsächlich erkannt und außerhalb, nach der Schulzeit in dieser Weise selbstverständlich gearbeitet wird, ob *so* Lernen stattfindet.

Nach heutiger Erkenntnis muss Problemorientierung zumindest eine Balance zwischen Instruktion und Konstruktion fordern. Die Einbettung in authentische Kontexte (Glassammeln, Kunststoffflasche, Auge, Brille ...) und soziale Kontexte (Glasrecycling, Fotogeschäft, Augenoptiker, Augenarzt) wie auch in multiple Kontexte (in verschiedene Situationen einbetten: Glas in der Schule, verschiedene Brillen in der Familie, Glasfaser in der Kommunikationstechnik ...) sind ebenso notwendig wie Instruktionen (diese können vom Lehrer aufbereitet sein oder aus den notwendigen Medien vom Buch bis Internet stammen).

Zu 3 b) und c):

Seit vielen Jahren vorhandene Beobachtungen im naturwissenschaftlichen Unterricht belegen, dass die Vorerfahrungen aus frühestem Jugendalter für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I als nicht unbedingt hilfreich empfunden werden. Missverständnisse zwischen Schülervorstellungen und den Erkenntnissen der Wissenschaft werden meistens nicht aufgedeckt und führen dazu, dass das Gebäude der Alltagsvorstellungen nach der Schulzeit allein stehen bleibt und das erworbene Wissen verschwindet.

Ähnliches gilt für das sprachliche Weltbild, die Alltags- und Fachsprache. In einem Unterricht, der nicht nur auf reinen Wissenserwerb zielt, der den Prozess dahin als wesentlichen Bestandteil ansieht, muss die Lehrkraft Alltagsbegriffe kennen, die zum Teil üblich, zum Teil mit anderem Sinn gelten, und diese antizipieren, auf sie hören: hinhören, Antworten fixieren, Schülerdiskussionen zur Begriffserklärung zulassen bzw. initiieren.

Hilfreich sind hier sicher sogenannte Interaktionsanalysen und fördernd die Portfoliokultur.

Zu 3 d):

Hier wird die Notwendigkeit besonders klar Methoden anzuwenden, die kooperatives Lernen fördern und andererseits solche, die Selbststeuerung erfahrbar machen und somit beides schulen.

Hierher gehören verschiedene Gruppenbildungsvarianten (Freundesgruppen, oder der Zufall oder der Lehrer entscheidet).

Vorangehen kann die Themenfindung für die Arbeitsgruppen oder für die Einzelarbeit. Es geht darum, Regeln zu finden und festzulegen, wie gearbeitet wird.

Die Gruppenmitglieder üben den Umgang mit Literatur (Literatur zu Glas sichten, in Teilthemen aufgliedern), sie kümmern sich um Möglichkeiten zur praktischen Arbeit, zum Experimentieren (Glasblasen, Glasherstellung, Glaseigenschaften), sie suchen den täglichen Bezug (Glasmüll in der Schule, zu Hause, Pfandflaschen).

Zu 3 e):

Wie erreicht man ein langfristiges Interesse?

Dies soll mit folgenden Hinweisen, die offenbar wirken können, umrissen werden:

Jugendliche müssen die Erfahrung machen, dass die Themen mit ihnen zu tun haben.

Sie sollen spüren, dass sie und ihre Wahrnehmungen oder Gedanken ernst genommen werden.

Das Umgehen mit den eigenen Kenntnisdefiziten beim Gespräch mit Experten soll geübt werden.

Der Unterricht darf nicht so geleitet werden, dass der Lehrer jeweils die Spreu vom Weizen trennt, jedoch sind Strukturierungshilfen und vielfältige Übungsmöglichkeiten zum Verhindern von Enttäuschung oder Frust notwendig.

Das Schaffen des Arbeitserlebnisses für den Jugendlichen, das ein Bewusstsein des Eigentums (Scheibner) hervorruft, sollte immer bedacht werden.

Das Einbeziehen der Eltern, des Schülerumfeldes verknüpft Schule und Herkunft.

Es wird deutlich, dass hier Gruppen- und Einzelarbeit, das Erfragen und Erkunden, das Erstellen von Produkten aller Art, das Rollenspiel und szenisches Darstellen brauchbare Methoden sein können.

Zu 3 f):

Schüler und Schülerinnen müssen zusammen mit der Lehrkraft Fragen an die anderen Fächer richten und diese nicht nur auf Fragen antworten. Dies Vorgehen erfordert wohl die größte Methodenvielfalt. Wichtig ist eine übersichtliche Planung und Zuordnung wie auch die inhaltliche und methodische Absprache mit den anderen Unterrichtenden. Am Beispiel Glas soll dies wiederum dargestellt werden (s. Anhang).

Schlussbetrachtung:

In der Diskussion mit den zwei Teilnehmergruppen wurde besonders deutlich, dass lehrerdominierte Unterrichtsformen überwiegen, vor allem ein fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch, das auf eine Lösung zielt, die der Lehrer im Kopf hat. Schülerexperimente werden als dringend notwendig angesehen, scheitern jedoch an den Lerngruppengrößen.

Variable Lernformen, z.B. Lernen an Stationen scheitern offenbar auch an räumlichen Möglichkeiten („wo lässt man die Stationen über eine Woche stehen, wann ist in der Schule Zeit vorhanden, etwas vorzubereiten, aufzubauen?“). Gruppenteiliges Arbeiten wird in den oft zu kleinen Unterrichtsräumen als fast unmöglich zu realisieren dargestellt, fächerverbindendes Arbeiten im Kollegium mangels Koordinierungsstunden bzw. -möglichkeiten kaum verwirklicht. Die Erfüllung des Lehrplanes, Probleme beim Führen und Begleiten von Schüler-Schülergesprächen und die Schwierigkeiten, einen „roten Faden“ zu halten sowie Erreichtes als Verpflichtung zu fixieren, sind weitere Belastungen bei den Versuchen, Schule im Sinne des Geforderten zu verändern.

SOZIALKUNDE

Soziale Situation im Mittel-
gebirge im MA

Energieprobleme

Siliciumtechnik

GESCHICHTE

Fenster

Geschichte der
Glashütten

Licht

PHYSIK

Optik

Bedeutung der Glasfaser

CHEMIE

Rohstoffe, Herstellung, Recycling
Eigenschaften

GLAS

INFORMATIK

Rolle des Chip

Auge Linse

BIOLOGIE

Mikroskopie: Blick in die Mikrowelt

Fächerverbindende Aspekte zum Thema "Glas, immer noch ein wichtiger Werkstoff"

Materialien zur Bildungsforschung

Herausgegeben von der Gesellschaft zur Förderung
Pädagogischer Forschung und dem Deutschen Institut
für Internationale Pädagogische Forschung

Band 1

Renate Martini: „Schulautonomie“. Auswahlbibliographie 1989-1996. 1997.
220 S. ISBN 3-923638-17-5. € 14,00.

Band 2

Clive Hopes: Assessing, evaluating and assuring quality in schools in the
European Union. 1998. 211 S. ISBN 3-923638-19-1. € 14,00

Band 3

Clive Hopes: Beurteilung, Evaluation und Sicherung der Qualität an Schulen
in der Europäischen Union. 1998. 167 S. ISBN 3-923638-20-5. € 10,00

Band 4

Peter Döbrich, Ingrid Plath, Heinrich Trierscheid (Hrsg.): ArbeitsPlatz-
Untersuchungen mit Hessischen Schulen. Zwischenergebnisse 1998. 1999.
272 S. ISBN 3-923638-21-3. € 14,00

Band 5

Hermann Avenarius/Hans Döbert (Hrsg.): „Schule in erweiterter
Verantwortung“. Ein Berliner Modellversuch (1995 bis 1998).
Abschlußbericht der wissenschaftlichen Begleitung. 1998. 89 S. ISBN 3-
923638-22-1. € 7,50 (vergriffen)

Band 6

Peter Döbrich/Harry Neß (Hrsg.): EUROPASS-Berufsbildung – Anstoß und
Projekt im nationalen Reformprozess –. Fachtagung am 2. Juni 1999. 2000.
156 S. ISBN 3-923638-24-8. € 10,00

Band 7

Peter Döbrich (Hrsg.): Qualitätsentwicklung im naturwissenschaftlichen
Unterricht. Fachtagung am 15. Dezember 1999. 2002. 68 S.
ISBN 3-923638-25-6. € 7,00

Die Reihe wird fortgesetzt

